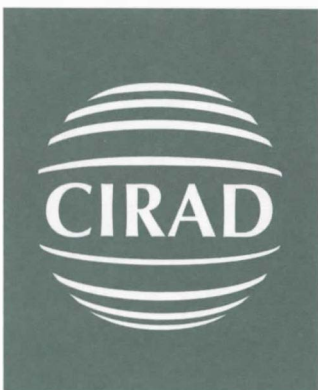


---

Département des systèmes  
agroalimentaires et ruraux  
CIRAD-SAR



ETUDE D'UN PROCEDE DE FABRICATION  
D'HUILE DE COCO ALIMENTAIRE  
POUR OUVEA


UNE APPLICATION DU SECHAGE - FRITURE

MEMOIRE

en vue de l'obtention du  
DIPLOME AGRONOMIE APPROFONDIE  
SPECIALITE "INDUSTRIES ALIMENTAIRES"

Birgit LANGE

CIRAD/SAR N° 69/94  
Septembre 1994



ETUDE D'UN PROCEDE DE FABRICATION  
D'HUILE DE COCO ALIMENTAIRE  
POUR OUVEA  
UNE APPLICATION DU SECHAGE - FRITURE

MEMOIRE

en vue de l'obtention du  
DIPLOME AGRONOMIE APPROFONDIE  
SPECIALITE "INDUSTRIES ALIMENTAIRES"

Birgit LANGE

CIRAD/SAR N° 69/94  
Septembre 1994

# Remerciements

Contente d'en trouver l'occasion, j'exprime ma gratitude d'avoir connu autant de personnes aimables et sympathiques pendant le séjour de treize mois loin de ma patrie.

La "COLLABORATION" a été le maître-mot tout au long de mon séjour magnifique:

## *La collaboration européenne*

M Achim RIESER de la faculté de l'agriculture de la Rheinische-Fr.-Wilhelm-Universität à Bonn et M Jacques MOREAU de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse collaborent dans le cadre du programme ERASMUS et ils ont permis mon départ.

## *La collaboration linguistique*

Non seulement le "PETIT ROBERT", mais encore plus Laurence MERCIER, Jean-Luc SARRAUTE, Delphine BAILLY,...ont su soutenir une étudiante étrangère dans leur école.

## *La collaboration pour la coopération*

M Philippe MASSON et M Bernard LEDUC m'ont appuyé pendant la recherche d'un stage.  
M Jean Claude PECH et M Jean René BAILLY me permettent de présenter mon travail dans le cadre de l'école.

## *La collaboration propre*

M Jean-Claude DUMAS à Montpellier et M Jean Paul DANFLOUS en Nouvelle-Calédonie ont su m'encadrer pendant le stage. J'ai bénéficié de leur expérience professionnelle, de leur vue d'ensemble, de leur philosophie et de leur patience.

## *La collaboration au laboratoire*

Marie Christine LAHON, Claudie DHUIQUE-MAYER et David TERLECKI m'ont fait profiter de leur connaissance du travail dans le laboratoire. Ils ne m'ont jamais laissé sentir leur fatigue lors de mes questions.

## *La collaboration technique*

M André ROUZIERE et M Jean Marc NOEL m'ont permis de comprendre le monde de la transformation des oléagineux et qui ont consacré du temps à la correction de ce rapport. Je remercie M Nicolas Bricas pour le soutien au sujet de l'étude alimentaire.  
M Claude MAROUZE s'est occupé gentiment de mes problèmes du dispositif expérimental, ainsi que l'équipe sympathique de l'atelier.

## *La collaboration interdépartementale*

Accueillie dans les laboratoires du CIRAD-FLHOR, du CIRAD-CP et sur la station expérimentale du CIRAD-EMVT en Nouvelle-Calédonie, j'ai beaucoup apprécié l'hospitalité de leurs équipes et de leurs responsables.

### *La collaboration enrichissante*

M Lionel CHERRIER a su me transmettre ses connaissances profondes et sa philosophie de la vie.

### *La collaboration Ouvéenne*

M Jacques WADRAWANE et M Abel HNYETRE m'ont ouvert une porte à Ouvéa, ainsi que M Cyriaque ALOSIO, M Avena IHILIJ et son équipe, Philippe OUCKWEN, M Deni ABEN et tous ceux qui ont contribué à mon travail à Ouvéa. Leur sympathie et leur intérêt qu'ils ont porté au projet a été extraordinaire. Je remercie aussi chaleureusement Suzanne et sa famille pour leur accueil sympathique.

### *La collaboration pour l'édition*

Mme Christine RAWSKI m'a donné des conseils pour l'édition de ce rapport

### *La collaboration universelle et amicale*

Frédéric, Geneviève, Philippe, Eike, Alain, Frédo, Philippe, François, André, Anne, Alberto, Corinne, Florence, Chantal, Nathalie, Hichem, Ali, Odile, Karin, Elfi, Grâce, Arielle, Chankar, Priscilla, Thérèse, Hughette, Valérie, Sylvia, Reinhard, Heiko, Ulrike, Roland, Eva, Blaise, Bella, Sabine, Annie, ...

et tout particulièrement ma famille.

# Présentation du CIRAD

Le CIRAD, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, est un organisme scientifique spécialisé en agriculture des régions tropicales et subtropicales. Sous la forme d'un établissement public, il est né en 1984 de la fusion d'instituts de recherche en sciences agronomiques, vétérinaires, forestières et agro-alimentaires des régions chaudes. Sa mission: contribuer au développement de ces régions par des recherches, des réalisations expérimentales, la formation scientifique et technique.

Il emploie 1800 personnes, dont 900 cadres, qui interviennent dans une cinquantaine de pays. Son budget s'élève à près de 1 milliard de francs, dont plus de la moitié provient de fonds publics.

Le CIRAD comprend sept départements de recherche:

- cultures annuelles (CIRAD-CA)
- cultures pérennes (CIRAD-CP)
- productions fruitières et horticoles (CIRAD-FLHOR)
- élevage et médecine vétérinaire (CIRAD-EMVT)
- systèmes agroalimentaires et ruraux (CIRAD-SAR)
- gestion, recherche, documentation et appui technique (CIRAD-GERDAT).

Le CIRAD travaille dans ses propres centres de recherche, au sein de structures nationales de recherche agronomique des pays partenaires, ou en appui à des opérations de développement.

La crise de l'agriculture et l'explosion urbaine montrent l'ampleur des changements sociaux et économiques que vivent les sociétés rurales des pays en développement. Réussir l'intégration au marché impose au producteur, à l'industriel et au politique des décisions rapides, exigeantes une connaissance approfondie des dynamiques agraires et agroalimentaires. L'aide à la décision devient une priorité de la recherche. Elle concerne la maîtrise durable des ressources naturelles, la gestion des moyens de production, la transformation des produits, l'ouverture sur un nouvel espace économique, la ville.

Par ses travaux de recherche, le département des systèmes agroalimentaires et ruraux, (CIRAD-SAR) contribue à l'amélioration du fonctionnement des unités de production et des entreprises rurales et agroalimentaires.

Il gère 4 programmes de recherche:

- Dynamiques agraires en situation sèches et irriguées
- Développement durable en savanes et tropiques humides
- Défis alimentaires urbains et promotion des entreprises
- Développement local et dynamiques institutionnelles

Il regroupe 5 unités de recherche:

- Génie et technologie alimentaire
- Génie agronomique et mécanisation
- Economie des systèmes ruraux
- Innovations dans les systèmes agricoles et agroalimentaires
- Conception des équipements, énergie et informatique.

## Résumé

Ce travail a porté sur le procédé de la fabrication de l'huile de coco à partir de l'amande fraîche par séchage-friture (ou par voie semi-humide). La qualité du produit fini a été testée pour justifier l'implantation d'une unité de production à Ouvéa, Nouvelle-Calédonie.

Une étude expérimentale sur l'influence des paramètres du procédé, notamment de la friture, sur le rendement et le taux d'extraction a été menée. Elle a été continuée en Nouvelle-Calédonie avec la matière première d'Ouvéa. La composition en acides gras, la teneur en acides gras libres et la teneur en eau du produit fini fabriqué dans des différentes conditions du procédé ont été examinées.

Pour les manipulations avec la noix de coco d'Ouvéa, un rendement d'extraction de 95 % et un taux d'extraction de 21 % ont été constatés pour le couple température/temps de friture de 130°C 40 minutes.

Les paramètres du procédé (jusqu'à un couple température/temps de friture de 140°C/30 minutes) influencent la composition en acides gras de la même manière que le procédé classique, par voie sèche. L'absence d'aflatoxines et l'acidité libre de 0,2 % permettent d'obtenir une huile alimentaire. La bonne conservation de l'huile est assurée, car sa teneur en acides gras insaturés est faible, l'acidité libre est inférieure à 1 % et la teneur en eau est inférieure à 0,1 %.

**Mots clés:** extraction d'huile de coco, amande de coco, qualité de l'huile de coco, huile de coco, taux d'extraction, séchage-friture, voie semi-humide, Nouvelle-Calédonie, Ouvéa.

## Summary

This work consists in studying the process of coconut oil extraction by hot oil immersion drying (H.O.I.D.) of fresh coconut meat (semi-wet process). The quality of the produced oil is tested, in order to justify the installation of an extraction unit in Ouvea, New Caledonia.

Experimental studies of the process influence (mainly frying) of the extraction rate were carried out. They have been continued in New Caledonia, with the coconut from Ouvea.

The composition of fatty acids, the water content and the content of free fatty acids have been examined for coconut oil produced in different conditions.

The extraction rate for the coconut of Ouvea is 21 % , the productiveness rate 95 % for frying temperature of 130°C and a frying time of 40 minutes.

The process (up to a frying temperature of 140°C and a frying time of 30 minutes) influence the composition of fatty acids in the same way like the dry process. The absence of aflatoxines and the fatty acid content of 0,2 % guarantee the consumption directly after producing. Because of a low unsaturated fatty acid content, a water content inferior than 0,1 %, a free fatty acid content inferior than 1 % the conservation capacity is assured.

**Key words:** extraction of coconut oil, quality of coconut oil, coconut meat, coconut oil, H.O.I.D. (hot oil immersion drying), semi-wet process, extraction rate, , New Caledonia, Ouvea.


## Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Herstellung von Kokosnußöl mittels Fritierens des zerkleinerten Kokosnußendosperms in Kokosöl. Die Qualität des Endproduktes ist untersucht worden, um die Installation einer Produktionseinheit auf Ouvéa, Neu Kaledonien zu rechtfertigen.

Der Einfluß der Parameter des Fritierens auf die Ertrags- und Extraktionsrate wurde in einer experimentellen Studie untersucht. Diese Studie wurde unter Verwendung der Kokosnuß von Ouvéa in Neu Kaledonien weitergeführt. Desweiteren wurden die Fettsäurezusammensetzung, der Wassergehalt und der Gehalt an freien Fettsäuren des unter verschiedenen Bedingungen hergestellten Kokosnußöls untersucht.

Ausgehend von des Kokosnuß Ouvéas und mittels 40 minütigen Fritierens bei 130°C, konnte eine Extraktionsrate von 21 % und eine Ertragsrate von 95 % festgestellt werden.

Bis hin zu 30 minütigen Fritieren bei 140°C nimmt die Pressung mittels Fritierens den gleichen Einfluß auf die Fettsäurezusammensetzung wie die Pressung der Kopra. Die Qualität des Öles ist durch die Abwesenheit der Aflatoxine und durch den Gehalt an freien Fettsäuren von 0,2 % gewährleistet. Die Haltbarkeit des Produktes ist durch den geringen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, den Wassergehalt von weniger als 0,1 % und durch den Gehalt an freien Fettsäuren von weniger als 1 % gegeben.

 Schlüsselworte: Kokosnußölherstellung, Kokosnußfleisch, Qualität des Kokosnußöls, Kokosnußöl, Extraktionsrate, Trocknung durch Fritieren, Neu Kaledonien, Ouvéa.



# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

### 1ère PARTIE: Synthèse bibliographique

1. La fabrication de l'huile de coprah - l'extraction par voie sèche .....	1
1.1. La noix de coco.....	1
1.1.1. Botanique du fruit .....	1
1.1.2. Zone de culture .....	1
1.1.3. Les produits .....	2
1.2. Le principe général de l' extraction de l'huile de coprah par voie sèche .....	2
1.2.1. La production de coprah .....	2
1.2.2. Le prétraitement du coprah pour l'extraction .....	4
1.2.3. L'extraction de l'huile par pression: .....	4
1.2.4. Le traitement après l'extraction .....	5
1.3. L'huile de coprah.....	5
1.3.1. La composition et le comportement .....	5
1.3.2. Les usages .....	6
1.4. Le tourteau du coprah .....	7
1.5. L'équipement d'une huilerie villageoise .....	8
2. L'extraction de l'huile de coco par voie humide.....	9
3. L'extraction de l'huile de coco par voie semi-humide ou par séchage-friture .....	9
3.1. Principe général d'extraction .....	10
3.1.1. La préparation de la noix de coco .....	10
3.1.2. La friture .....	10
3.1.3. La pression .....	10
3.1.4. Le traitement après l'extraction .....	11
3.2. La cuisson par friture.....	11
3.2.1. Principes.....	11
3.2.2. L'influence de la friture sur le produit .....	12
3.2.3. L'huile de friture .....	13
3.2.4. L'étude de l'altération d'huile de friture .....	15
3.3. L'huile de coco fabriquée par séchage-friture .....	16
3.3.1. Les caractéristiques de l'huile de coco .....	16
3.4. Le tourteau.....	17
3.5. L'équipement d'une huilerie-villageoise .....	17
3.6. Discussion .....	17

4.L' intérêt de l'application du procédé de fabrication d'huile de coco par séchage-friture à Ouvéa .....	18
4.1.La Nouvelle-Calédonie-territoire d'Outre-Mer .....	18
4.2.Ouvéa .....	19
4.3.La cocoteraie calédonienne.....	19
4.3.1.Surfaces sur l'ensemble du Territoire .....	19
4.3.2.La cocoteraie d'Ouvéa .....	21
4.3.3.La production du coprah à Ouvéa .....	22
4.4.L'huilerie d'Ouvea .....	22
4.5.Le pilote de transformation d'huile alimentaire par séchage-friture sur Ouvéa .....	24

## II ème PARTIE : Matériel et Méthodes

1. L'extraction de l'huile de coco par sechage-friture .....	26
1.1. La noix de coco.....	26
1.2. La préparation de l'amande fraîche .....	26
1.3. Le broyage.....	26
1.4. La friture de l'amande fraîche .....	27
1.5. La pression de l'amande frite .....	27
2. La procédure expérimentale.....	28
3. Les analyses .....	29
3.1. Bilan matière .....	29
3.1.1. La détermination de l'humidité .....	29
3.1.2. La détermination de l'extract à l'hexane .....	30
3.2. Les analyses de l'huile .....	30
3.2.1. La détermination du taux d'humidité .....	30
3.2.2. La détermination des acides gras libres .....	31
4. L'application du procédé et des analyses sur le terrain en Nouvelle-Calédonie.....	32
4.1. La noix de coco.....	32
4.2. La préparation de l'amande .....	32
4.3. Le broyage.....	32
4.4. Bilan de matière.....	32
4.5. L'huile .....	32
4.5.1. La détermination de l'acidité .....	33
4.5.2. La détermination de la composition en acides gras.....	33

III ème PARTIE: Résultats et Discussion

- 1. Au niveau du procédé ..... 34
  - 1.1. Le produit intermédiaire - l'amande frite ..... 34
  - 1.2. Au cours du pressage ..... 36
  - 1.3. Le résidu du procédé..... 36
  - 1.4. Application en Nouvelle-Calédonie ..... 37
  - 1.5. Le taux d'extraction ..... 38
- 2. Au niveau de la qualité du produit fini ..... 39
  - 2.1. Composition des acides gras de l'huile de coco ..... 42
  - 2.2. Teneur en eau et acidité libre de l'huile ..... 42

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

# Introduction

Si on connaît 99 possibilités de profiter du cocotier, selon un proverbe d'Indonésie, on trouvera certainement une 100ième. En effet, dans les pays producteurs, toutes les parties de la plante sont employées, soit pour subsister, soit pour le plaisir: les feuilles servent à couvrir les cases ou pour en tresser des jouets; le lait protège la santé, notamment des enfants, ou il leur est une friandise; l'huile constitue un ingrédient alimentaire indispensable, mais elle n'est pas non plus méprisée pour les soins du corps.

Cet hymne laisse dans l'ombre les problèmes qui peuvent se créer lors de la nécessité de la transformation de la matière première, notamment du fruit. La transformation se déroule surtout au niveau villageois. Elle assure la conservation de la matière première et l'augmentation de sa valeur ajoutée. Les techniques employées traditionnellement ne satisfont pas toujours les prétentions du marché. Leur réforme ou perfectionnement peut contribuer à l'amélioration du niveau économique de la population.

Ceci est le cas pour Ouvéa, l'île du Pacifique-Sud en Nouvelle-Calédonie, dont la culture principale est le cocotier. Après l'arrêt de la production du coprah en 1988 en raison des événements politiques tragiques et des conflits sociaux, la motivation de la population pour l'activité commerciale avait disparue. La reprise a été réalisée avec l'amélioration des techniques de séchage et avec la création d'une coopérative, qui assure la rémunération immédiate à l'huilerie fondée en 1992. L'utilisation de l'huile dans la cuisine exige un post-traitement de l'huile brute à Nouméa, la capitale de la Nouvelle-Calédonie. Ceci consiste une dépendance évitable vis à vis la consommation en huile.

Disposant de excès en matière première et étant demandeur d'huile de table, il existe l'intérêt de fabriquer l'huile alimentaire directement à Ouvéa. La technique de séchage-friture convient à ce besoin du fait de son coût modéré et de sa mise en œuvre facile.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'influence des paramètres du procédé sur le rendement et le taux d'extraction en huile et sur la qualité du produit fini. La continuation de cette étude a lieu en Nouvelle-Calédonie en se servant de la matière première d'Ouvéa. La présentation du procédé s'effectue à l'aide du dispositif expérimentale et au moyen d'une première application à l'échelle industrielle - dans l'huilerie d'Ouvéa.

Ce travail comporte trois parties: après une synthèse bibliographique, le matériel ainsi que les méthodologies expérimentales seront présentées. Dans la dernière partie seront présentés les résultats obtenus et la discussion.

## 1. La fabrication de l'huile de coprah - l'extraction de l'huile de coco par voie sèche

L'extraction de l'huile de coco se fait soit à partir de l'amande séchée, qui est le coprah, soit à partir de l'amande fraîche, par voie humide ou semi-humide.

La qualité de l'huile est fortement dépendante du procédé d'extraction (PADOLINA *et al.*, 1987).

### 1.1. La noix de coco

Le cocotier, *Cocos nucifera*, Linné, seule espèce du genre, appartient à la famille de Palmacées, l'une des plus importantes parmi le groupe des Monocotylédones et une des principales cultures du monde. C'est avant tout une culture villageoise, qui assure un revenu monétaire à des millions de petits exploitants, en même temps qu'elle leur fournit des éléments essentiels à la vie: nourriture, boisson, combustible, abri.

#### 1.1.1. La botanique du fruit

Du point de vue botanique, le fruit du cocotier est une drupe monosperme. Le fruit mûr (12 mois après la fécondation) se constitue d'un épiderme lisse, cireux, qui est l'exocarpe et dont la couleur verte, jaune, rouge (8 mois après la fécondation) change au long de la maturité peut aller jusqu'à gris, brun (12 mois après la fécondation). A l'intérieur se trouve un mésocarpe fibreux, la bourre, et dont on connaît plusieurs usages. L'endocarpe ligneux représente la forme sous laquelle on trouve la noix de coco sur le marché international.

A l'intérieur, la graine est entourée d'un tégument séminal brun adhérent à la coque et renfermant un albumen blanchâtre, l'amande fraîche de coco, brillant, de 1 à 2 cm d'épaisseur et un liquide opalescent, l'eau de coco, qui remplit aux trois quarts une grande cavité centrale. L'embryon, droit, est logé dans l'albumen sous l'un des trois pores germinatifs de la noix.

La population des pays producteurs connaît la noix mûre sous le nom de "coco sec". La composition de l'amande de la noix mûre la suivante:

45% d'eau, 36,5% de matière grasse, 4% de protéine, 5% de sucre, 9% de fibre et 1,2 % de minéraux (FRANKE, 1989).

#### 1.1.2. L'aire de culture

On trouve le cocotier dans les îles et les côtes de la presque totalité des zones tropicales. Les principales régions de cultures du cocotier se situent entre les latitudes 22°N et 22°S de part et d'autre de l'équateur. La mer, en régularisant le climat, exerce sans nul doute une influence favorable sur la culture, alors que le cocotier exige un climat chaud (moyenne annuelle de 27°C) et humide (cumul de précipitations de 1200-2000 mm par an).

On peut noter que les terrains volcaniques récents sont très fertiles et favorables à une installation des cocotiers.

### 1.1.3. Les produits

Outre la consommation et la commercialisation de la noix mûre, l'amande est transformée en huile, lait de coco ou coco râpé destinés à l'alimentation humaine.

Parmi les différents produits fabriqués directement ou indirectement à partir de la noix, le plus important est l'huile de coprah, utilisée dans les domaines alimentaires ou non alimentaires.

En outre, l'albumen de la noix de coco présente une source importante de protéines.

## 1.2. Le principe général de la fabrication de l'huile de coprah - l'extraction par voie sèche

L'extraction de l'huile de coco par voie sèche est la méthode classique de production d'huile, qui se fait en trois étapes principales: Le prétraitement, l'extraction et le traitement après extraction. La dénomination a été faite en raison du séchage de l'amande fraîche avant pressage, donc en raison de la transformation de l'amande de coco en coprah.

Le rendement d'extraction (% d'huile fabriquée par rapport à la quantité de l'huile de la matière mise en œuvre) est de 95 %. Le taux d'extraction (% d'huile rapporté au poids de la matière mise en œuvre) est de 60 %.

Le prétraitement consiste à fractionner le coprah et à le soumettre à un traitement thermique. L'extraction de l'huile se fait soit simplement par passage à la presse soit par combinaison pression - extraction par solvant.

Deux produits de valeur sont obtenus: l'huile de coprah et le tourteau, qui est utilisé dans l'alimentation animale. Du fait d'une contamination de l'huile brute et de la présence de substances colorées indésirables, un raffinage est recommandé.

### 1.2.1. La production de coprah

Le coprah constitue la matière première de l'industrie de l'huile de coco et on rencontre ses producteurs partout dans les pays cultivants le cocotier.

#### a) La préparation de l'amande

Après l'extraction de l'amande de son enveloppe sa teneur en eau est abaissée à 6 % (par définition du coprah); sa teneur en matière grasse est de 63 % (de TAFFIN, 1994). L'élimination d'eau permet d'obtenir de l'huile à la sortie de la presse au lieu d'une émulsion. Elle permet également aux producteurs de commercialiser la noix de coco, car ce stade est relativement stable et le coprah peut être transporté et stocké plusieurs mois en entrepôt.

On admet, qu'il faut 4500 à 6500 noix pour produire une tonne de coprah.

Le fendage de la noix se fait après le débouillage (sans débouillage dans les îles du Pacifique) souvent sur le lieu de la récolte à l'aide d'une hache en deux parties ou à l'aide d'une machette en trois parties.

Puis on fait rétracter la chair au soleil pendant trois à cinq heures ce qui aboutit à une baisse de la teneur en eau de 50 à environ 20 %. En enlevant l'amande qui s'est partiellement décollée de la coque, on obtient un produit intermédiaire qui s'appelle le coprah vert.

Dans les îles du Pacifique, on enlève l'amande directement après l'ouverture de la noix à l'aide d'une gouge (annexe n° I.A.).



## b) Le séchage

### ➤ Le séchage solaire

Cette méthode est la plus simple et n'exige pas de dispositif coûteux. Un séchage complet, nécessaire pour éviter un développement de moisissures et dépendant de l'insolation, n'est pas toujours acquis, ce qui est notamment le cas pendant les saisons humides.

### ➤ Le séchage au séchoir à chauffage direct

Dans la littérature, on trouve également la dénomination "chauffage à feu nu à action directe" ou "chauffage à la fumée", ce qui explique bien, que l'amande est en contact direct avec la fumée, avec les gaz provenant de la combustion des bourres et coques.

Il s'agit d'installations simples, qui ne sont pas coûteuses et qui permettent le séchage de l'amande en 2 à 3 jours, mais où le contrôle de la température n'est pas possible, ce qui entraîne un séchage hétérogène, la pollution du coprah par les composés aromatiques toxiques de la fumée et des brûlages du coprah. Les derniers se traduisent par une qualité de coprah moyenne à médiocre, de teinte brune. Ces défauts de la qualité se retrouvent au niveau de l'huile.

### ➤ Le séchage au séchoir à chauffage indirect

Le séchoir à chauffage indirect ou à air chaud est recommandé. Le chauffage est modéré et seul de l'air entre en contact direct avec l'amande. Il existe des modèles simples d'installations peu coûteuses, faisant intervenir des matériaux locaux. Ces séchoirs sont destinés aux petites exploitations (MARTY; 1984). La durée de séchage est de 4 jours, donc plus longue que le séchage par contact direct avec les gaz. Cependant, le coprah est d'une qualité supérieure (blanc, cassant, sec), ce qui est dû à la possibilité d'un contrôle de chauffage due à l'invariabilité de la température d'air chaud.

Un séchage insuffisant constitue une contrainte notamment au niveau des petits producteurs, car un coprah trop humide risque d'être attaqué plus facilement par des levures et des moisissures.

## c) Les contraintes du coprah

Le coprah offre de bonnes conditions pour le développement des moisissures de la famille des *Aspergillus*, quand son taux d'humidité est supérieur de 8 %. Le stockage dans des sacs de jute proches de la terre dans un milieu dont le climat est chaud et humide, permet la contamination du coprah notamment par *Aspergillus flavus*. Ce dernier, presque toujours et partout présent, trouve les conditions optimales pour son développement dans une substance humide à une température de 30°C et une humidité relative de 80 à 85 % (MOREAU, 1974).

L'*Aspergillus flavus* constitue une contrainte à deux niveaux:

D'abord, il métabolise les substances grasses du coprah, au moyen d'une hydrolyse des glycérides, ce qui se traduit par une teneur élevée en acides gras libres. Cette acidité d'huile correspond à une baisse de la qualité importante.

L'*Aspergillus flavus* produit les aflatoxines qui s'accumulent dans le corps humain, (consommées même d'une petite quantité pendant une certaine période) et qui sont responsables de lésions et du cancer du foie. Ceci a été observé chez le rat pour une dose de seulement 10 mg par kg du poids de corps seulement (BELITZ et GROSCH; 1992).

*Aspergillus flavus* n'est détruit que par un traitement thermique de 200°C environ ou par des substances chimiques, au cours du raffinage.

Une autre contrainte est la production d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) lors du séchage direct (GAILLE; 1993). Ils sont produits pendant la combustion de matériaux organiques par des réactions pyrolytiques, donc des réactions qui sont caractérisées par une décomposition chimique par l'action de la chaleur seule. Une partie des HAP ont des effets cancérigènes (BELITZ et GROSCH, 1992).

L'action de certaines moisissures provoque en présence d'eau la  $\beta$ -oxydation des acides gras à chaînes courtes. Il en résulte des méthyl-cétones comme produits finaux. Leur odeur est marquée et pénétrante. On trouve notamment des méthyl-heptyl-cétones et méthyl-nonyl-cétones provenant des acides caproïques et lauriques.

### 1.2.2. Le prétraitement du coprah pour l'extraction

L'extraction est effectuée après un prétraitement qui comprend les étapes suivantes: nettoyage et triage, broyage et cuisson.

Le nettoyage et le triage consistent à débarrasser la matière première des cailloux, saletés et autres éléments étrangers, notamment débris métalliques. Dans les petites huileries, ils sont effectués à la main; dans les huileries plus importantes des procédés mécaniques sont employés.

La teneur en humidité de l'amande de coco joue un rôle très important sur le rendement en huile qu'on obtient par pression de la matière (HAMMONDS *et al.*, 1991).

Le coprah ayant une teneur en eau de 6 %, doit être réduit en fragments très fins afin de faciliter l'extraction. Ce broyage est réalisé en deux étapes principales: le concassage par un broyeur à marteaux (annexe n° I.B.) et le broyage final par des broyeurs à rouleaux, qui en font une poudre fine. Cette opération provoque une rupture des cellules contenant l'huile, ce qui peut faire accroître le rendement en huile de 25 % (ALLEN, 1991) à 40 à 60 % (BROADBENT, 1991).

Si l'extraction est effectuée à l'aide d'un expeller, le broyage est moins important que lors d'une extraction par presse hydraulique, car le premier implique un fractionnement par action de la vis. Néanmoins, le broyage préliminaire augmente le rendement.

Ensuite, le coprah broyé est exposé à un traitement thermique, le chauffage, qui a lieu dans un conditionneur. La température est dépendante de la presse utilisée: 60°C (pour les presses hydrauliques); 130°C et plus (pour les expellers). L'élévation de la température provoque l'éclatement des parois cellulaires, la coagulation des protéines cellulaires (ce qui exige la présence d'eau), la fluidisation de l'huile et permet d'ajuster l'humidité de 2 à 3 % (La teneur en eau pour les presses hydrauliques doit être plus élevée) (THIEME, 1968).

### 1.2.3. L'extraction de l'huile par pression:

Le procédé le plus simple pour extraire l'huile de la matière première est la pression. Pour obtenir un rendement satisfaisant, la pression doit être forte.

Elle peut s'effectuer, dans les cas les plus simples, manuellement avec mortier et pilon ou par foulage, ou encore par action mécanique (leviers, coins, vis ou appareil hydraulique). La presse est généralement désignée par le type de fonctionnement: presse à coins, presse à vis, presse hydraulique, etc. De plus, on distingue les presses à fonctionnement discontinu et à fonctionnement continu.

La presse la plus utilisée aujourd'hui est la presse continue à vis, connue sous le nom d'expeller, qui est apte à traiter des oléagineux présentant un taux en matière grasse de 40 à 60 % et un contenu en fibres élevé, ce qui est le cas pour le coprah. La compression est réalisée au cours de l'avancement de la matière dans une cage de presse par les actions conjuguées de la vis sans fin et d'un système d'obstruction, qui freine la décharge du tourteau en sortie.

Après la compression, la teneur en matière grasse résiduelle du tourteau varie entre 6 à 8 %, si l'extraction ne comporte qu'un traitement mécanique, et entre 16 et 20 %, s'il s'agit d'une extraction mécanique avant extraction par solvant.

L'extraction d'huile par solvant améliore un rendement final (1 à 2 % huile résiduelle dans le tourteau), mais elle demeure une opération coûteuse.



#### 1.2.4. Le traitement après l'extraction

A la sortie de la presse après extraction mécanique, l'huile contient des particules solides (pieds) et pour la commercialisation elle doit être clarifiée. Cette purification comprend la décantation et/ou la filtration et le raffinage de l'huile. Ensuite, une préparation du tourteau doit être effectuée en fonction des exigences du marché.

La décantation sera effectuée dans des bidons équipés d'un fond en pente à 30° environ et d'un robinet de puisage, où l'huile peut être récupérée. Cette opération exige du temps, si on veut obtenir une huile très claire. Au niveau industriel, on utilise des filtres-presses (annexe n° I.D.), qui sont coûteux mais plus rapides.

Le raffinage est un traitement chimique qui comporte trois étapes, qui sont la neutralisation, la décoloration et la désodorisation. La neutralisation comprend la séparation des acides gras libres de l'huile à l'aide de la soude (saponification). La décoloration (le blanchiment) traite des chlorophylles, des caroténoïdes et des produits colorants d'auto-oxydation etc. avec l'acide chlorhydrique et le silicate. Les caroténoïdes peuvent être détruits par action de chaleur. La désodorisation est effectuée par distillation à la vapeur d'eau à 190 à 230°C et 0,5 à 10 mbar. L'absence d'oxygène est indispensable pour éviter une oxydation et une polymérisation supplémentaire.

L'huile obtenue par raffinage est incolore, insipide, inodore, mais cette opération est coûteuse et elle réduit la qualité de l'huile au niveau organoleptique. La teneur en tocophérols (vitamine E) est abaissée. Néanmoins, les aliments raffinés sont devenus le symbole d'un certain rang social et ont acquis un prestige qui dépasse de loin leur valeur nutritive.

Il est certainement déconseillé de raffiner l'huile pour l'exportation, car les huiles non raffinées se conservent mieux que les autres (THIEME, 1968).

Normalement, l'huile de coco de bonne qualité n'a pas besoin d'être raffinée. Cependant, la consommation d'huile de coprah brute est strictement déconseillée car elle peut être contaminée.

### 1.3. L'huile de coprah

Comme l'huile de palmiste, l'huile de coprah appartient au groupe des huiles lauriques, qui se distinguent des autres par une teneur élevée (40 à 50%) en acide laurique (C12:0). Elle ne contient qu'une faible quantité d'acides gras insaturés (acide oléique et linoléique) (SWERN, 1964).

#### 1.3.1. La composition et le comportement

La particularité de l'huile de coco réside dans le taux important d'acides gras à chaîne courte ou moyenne, donc d'un poids moléculaire faible.

##### a) Les principales caractéristiques physiques

Tab. I: Principales caractéristiques physiques de l'huile de coprah (de TAFFIN, 1994).

Point de fusion	23 - 26°C
Viscosité absolue	32,5 centipoises à 36,0°C
Indice de réfraction	1,448 à 40 °C
Densité	0,920 à 30°C

La caractéristique la plus remarquable de l'huile de coprah est sa plage de fusion. L'huile ne se liquéfie (ou solidifie) pas graduellement, mais brusquement en fonction de l'augmentation (ou diminution) de la température, ce qui est déterminé par sa forte proportion en acides gras saturés.

## b) Les principales caractéristiques chimiques

La composition chimique de l'huile de coprah est caractérisée par son taux élevé en acides gras saturés (91 %) et en acides gras à chaîne courte (montré dans le tableau). Ceci est exprimé par un indice de saponification élevé (IS = 250 - 264), qui définit la quantité de potasse nécessaire pour transformer en savon les acides gras libres ou estérifiés présents dans un corps gras et qui est d'autant plus grand que les chaînes sont plus courtes.

Le taux d'insaturation faible se traduit par l'indice de iode de 6 - 9, qui exprime la quantité d'iode, qui entre en réaction avec les liaisons éthyléniques des acides gras insaturés en donnant des dérivés iodés. La faible teneur en acides gras insaturés évite le rancissement par leur oxydation.

Tab. II: Acides gras de l'huile de coco en % des acides gras totaux  
(de TAFFIN, 1994).

Acides Gras	Symbole	Limites extrêmes Ac.
Acide caproïque	C 6 : 0	< 1
Acide caprylique	C 8 : 0	6 - 10
Acide caprique	C 10 : 0	5 - 10
Acide laurique	C 12 : 0	39 - 45
Acide myristique	C 14 : 0	15 - 23
Acide palmitique	C 16 : 0	6 - 11
Acide palmitoléique	C 16 : 1	< 2
Acide stéarique	C 18 : 0	1 - 4
Acide oléique	C 18 : 1	4 - 11
Acide linoléique	C 18 : 2	1 - 2
Acide linoléique	C 18 : 3	< 0,1
Acide arachidique	C 20 : 0	< 0,2
Acide eicosénoïque	C 20 : 1	< 0,2

L'indice d'acidité, qui exprime la teneur en acides gras libres résultants de l'hydrolyse naturelle d'un corps gras est de 2 % environ (exprimé en acide laurique). Ceci est fortement dépendant des conditions de fabrication et de conservation de l'huile notamment la qualité du coprah.

La teneur en matières insaponifiables (0,61-1,5 %) se compose de constituants naturels, des matières grasses tels les stérols (80-230 mg/100 g), les hydrocarbures, dont 2 à 8 mg de tocophérols pour 100 g, et alcools supérieurs (aliphatiques et terpéniques), ainsi que de substances organiques étrangères extraites par le solvant et non volatiles à 103°C.

On retrouve le rancissement de "l'arôme" ou "cétonique" par le développement de méthyl-cétones (odeur marquée et pénétrante) du coprah.

### 1.3.2. Les usages

On constate que les usages, tant alimentaires que techniques, de l'huile de coprah sont fort nombreux et que dans certains cas, cette huile ne peut être substituée par d'autres huiles, à l'exception naturellement de l'huile de palmiste. On constate que la production d'huile de coprah est quasiment constante et oscille autour de 3 millions de tonnes par an, dont 1,3 tonnes sont exportées (cinquième rang de commerce international des huiles végétales). L'huile de coprah souffre de la stagnation de la production et de la qualité irrégulière du coprah (aflatoxines et HAP).

Aux Etats-Unis on observe que l'huile de coprah a été dirigée pour 37 % vers l'alimentation humaine et pour 63 % vers des usages non alimentaires. Au Japon et en Europe on retrouve cette proportion. Cependant, dans les pays producteurs l'utilisation non alimentaire est marginalisée (GRAILLE, 1993).

#### a) Les usages alimentaires

Dans les pays producteurs, l'huile de coprah est fluide et principalement utilisée dans la cuisine, notamment pour faire de la friture plate et profonde. Dans des nombreux pays en voie de développement et surtout dans les pays d'Asie du Sud-Est des chips de fruits et légumes commencent à se développer (chips de papaye, d'ananas, de banane, de coco, de manioc...) et on les trouve au marché sous forme de mélanges de fruits secs pour apéritifs.

Dans les pays industrialisés à climat tempéré, l'huile de coprah se présente sous forme solide. Dans la cuisine, elle n'est utilisée que sous forme de végétaline dans la friture profonde ou après avoir été transformée en margarine. En outre, elle peut être hydrogénée et entrer dans la composition des enrobages chocolatés, crèmes artificielles, ersatz de crème ou des fourrages en confiserie, ou servir de matière grasse utilisée en pâtisserie (de TAFFIN, 1994). Les raisons de ces applications sont sa stabilité et sa plage de fusion, qui créent une impression de fraîcheur en bouche et qui libèrent la saveur de la fourrure (GRAILLE, 1993).

#### b) Les usages non alimentaires

L'utilisation d'huile de coprah pour une grande partie d'agents de surface est due aux propriétés tensioactives des dérivés des chaînes en C12 et C14. Les savons de sodium sont durs et stables vers l'oxydation et solubles aussi et d'un bon pouvoir moussant, qui résulte de l'importance de la fraction laurique (SWERN, 1964).

Dans la plupart des pays producteurs, l'huile de coprah est utilisée en cosmétique coutumière. Cette utilisation est adaptée par l'industrie.

En outre, l'huile de coprah sert encore quelque fois comme huile lampante pour l'éclairage dans des lampes spéciales à mèche. Toujours dans les applications de type énergétique, son utilisation comme carburant de substitution du type Diesel est envisagée. Enfin, l'oléochimie utilise de l'huile de coprah pour produire des esters méthyliques et des alcools gras (GRAILLE, 1993).

### 1.4. Le tourteau de coprah

Le tourteau est le sous-produit de la fabrication de l'huile de coco. Il est recherché en alimentation animale, car son rapport valeur nutritive/prix est intéressant.

Il se présente sous forme de gâteaux (presse hydraulique), d'écailles (expeller) ou de farine (après extraction par solvant). Le rendement en tourteau est faible pour le coprah et la composition varie selon celle de la noix de départ et selon le procédé appliqué. Ceci est observé surtout pour la teneur en matière grasse, dont la teneur moyenne est de 6,7 %. La teneur moyenne en protéine est de 21,3 %, ce qui est inférieur à celle du tourteau de maïs, arachide, soja et supérieur à celle du blé. Pourtant, la qualité du tourteau de coprah est meilleure que celle du maïs et du blé, mais inférieure à celle du soja.

La valeur protéique est souvent le facteur limitant de l'incorporation dans les formules d'alimentation animale, tant pour les monogastriques et les ruminants. Le tourteau de soja est souvent préféré parce que ses valeurs énergétique et azotée sont plus élevées et, que les protéines sont plus digestibles (GRIMAUD, 1991).

Tab. III: La Composition du tourteau de coprah  
(MENSIER P.-H., 1957).

Eau	7 - 10 %
Matière Grasse	6 - 7 %
Protéines	17 - 20 %
Cellulose	6 - 9 %
Matières minérales	4 - 5 %

D'autres auteurs citent une teneur en protéines de 24 %.

La teneur en eau est ajustée à 10 % maximum (plutôt à 9 %) après extraction, ce qui est important pour éviter un développement des moisissures, notamment d'*Aspergillus flavus* qui constituent une contrainte de la qualité de tourteau. Des traces d'aflatoxines M<sup>1</sup> ont été mises en évidence dans le lait de vaches laitières ayant absorbé des aliments du bétail contaminés.

Les tourteaux d'une couleur foncée ne sont pas appréciés pour l'alimentation du bétail, car une température excessive au moment du traitement thermique et du pressage a pour effet de diminuer considérablement la digestibilité du produit.

## 1.5. L'équipement d'une huilerie villageoise

Les petite unités de fabrication d'huile assurent les revenus de beaucoup d'habitants des zones rurales en Afrique, Asie et dans le Pacifique.

Pour l'installation d'une unité de fabrication d'huile, il est important de connaître la demande locale. Elle est estimée à 15 kg par habitant et par an pour les zones rurales (BROADBENT, 1991), mais varie évidemment selon la région. Pour déterminer la capacité de la presse, il faut également assurer la disponibilité en matière première et l'acceptation par la population d'une huile non raffinée. Une unité économiquement viable paraît plus durable, qu'une unité subventionnée.

Il est conseillé de minimiser les frais d'énergie.

Une huilerie villageoise de fabrication d'huile de coprah doit comprendre:

- une aire de stockage du coprah couverte
- un broyeur de coprah
- un conditionneur thermique
- une presse
- un filtre-presse
- dispositifs de récupération de l'huile et du tourteau

Exemples de presses pour la fabrication d'huile de coco à petite échelle (BROADBENT, 1991):

### ➤ La presse BIELENBERG

La presse BIELENBERG est une presse mécanique (annexe n° II.), qui a été conçue pour être fabriquée dans les pays producteurs avec un minimum de machines outils. La presse, particulièrement simple, robuste et fiable, ne nécessite que peu d'investissement.

La compression est faite manuellement par le mouvement d'un levier, qui pousse la matière dans une cage au moyen d'un piston. La cage est formée de barreaux séparés par des intervalles de 0,25 mm, qui permettent l'écoulement d'huile.

Sa capacité est de 15 à 30 kg de coprah par heure, ce qui dépend de la force de l'opérateur et de la nature de la graine. La pression est réglable, qui permet le manœuvre par des femmes.

Un grand avantage de la presse BIELENBERG est que la température du traitement thermique peut rester faible, de 30 à 45°C (ALLEN, 1991). La qualité de l'huile s'en ressent ainsi que sa durée de conservation.

### ➤ L'expeller HANDER

Fabriquée par la société japonaise Ce Co Co, cet expeller est l'un des plus vendus dans le monde pour ce qui concerne les unités à petite échelle (annexe n° III.). Sa capacité est de 30 à 60 kg de coprah par heure. L'énergie mécanique est fournie par un moteur.



## ➤ La presse KOMET

Il existe plusieurs expellers de cette marque (annexe IV.), dont le modèle avec deux cages semble intéressant. Il est équipé d'un moteur et sa capacité varie entre 25 et 70 kg de grain oléagineux par heure. La cage cylindrique est perforée pour l'écoulement d'huile. En raison du coût élevé de ces presses, elles sont mises en place plutôt dans des pays industrialisés.

## 2. L'extraction de l'huile de coco par voie humide

La voie humide de transformation de noix de coco comprend la transformation à partir de l'amande fraîche de coco. Elle est appliquée pour fabriquer des produits variés, dont de l'huile vierge.

Les principes de base sont en usage depuis toujours: la pulpe de noix de coco fraîche est écrasée, ce qui libère le système émulsif "d'origine" de la noix de coco: l'huile dans l'eau avec un agent de surface tensioactif protéique. La décomposition de l'émulsion pose un problème technique, si on veut maintenir la qualité de la protéine et la couleur de l'huile. Elle peut se faire par cuisson, décantation, centrifugation, ou génie biologique, par fermentation par exemple.

Par cuisson, les protéines sont partiellement détruites et la couleur change de blanche à brunâtre.

Le rendement d'extraction est faible, de 40 à 50 % de la matière grasse de départ seulement (HAMMONDS, *et al.*, 1991) et la mise en place de ce procédé ne semble pas viable d'un point de vue économique. Le rendement d'extraction est de 40 à 50 % inférieur à ceux obtenus par des procédés classiques de traitement du coprah.

Le rendement faible est dû probablement au broyage de la noix, qui n'atteint pas le niveau subcellulaire. De plus, des lipides restent associés à une partie des protéines (GRIMWOOD, 1976).

L'huile et le tourteau obtenus par le procédé par voie humide sont de haute qualité parce que le temps de transformation est réduit et certaines dégradations (au niveau de coprah) ne peuvent pas avoir lieu. L'huile de coco est d'une couleur blanche et d'une très faible acidité (0,1 à 0,2 %).

Cette voie - appliquée souvent à l'échelle artisanale- paraît toujours intéressante en raison de la moindre dégradation des protéines au cours du traitement. La fraction protéique pourrait jouer un rôle important dans l'alimentation des populations locales, si des procédés d'extraction - purification étaient développés.

## 3. L'extraction de l'huile de coco par voie semi-humide ou par séchage-friture

La dénomination "extraction par voie semi-humide" relève les caractéristiques du procédé: on part de l'amande fraîche de coco, la matière humide, qui est déshydratée par friture avant son passage à la presse. L'huile du bain de friture est celle de coco. Une fois chauffée elle transmet la chaleur à la matière immergée (l'amande fraîche broyée). L'eau libre part sous forme de vapeur.

Par pressage mécanique on obtient l'huile de coco et le tourteau. Ceux ci sont comestibles sans post-traitement difficile. L'amélioration de la qualité des produits est avant tout liée à la courte durée de transformation de la noix de coco. Cela représente un avantage important par rapport à la fabrication d'huile à partir de coprah.

La technique de séchage-friture n'est pas une technique nouvelle. Elle est traditionnellement connue en Asie du Sud-Est, notamment en Indonésie (de TAFFIN *et al.*, 1993). D'origine villageoise, elle devrait prochainement être appliquée par l'industrie (ROUZIÈRE, 1994). Dans le cadre de ce travail le procédé n'est traité que par rapport à l'échelle artisanale et à la petite échelle industrielle.

### 3.1. Principe général d'extraction (annexe n°V.)

#### 3.1.1. La préparation de l'amande de coco

##### a) Le décocage

L'amande de coco est une matière qui se dégrade très facilement. Ceci est surtout lié à l'attaque des micro-organismes, qui y trouvent un milieu favorable, car humide et nourrissant.

Les noix trop anciennes sont également exposées à une dégradation oxydative.

Le décocage se fait de la même manière que pour la préparation du coprah. Il doit être effectué directement avant le traitement (délai de trois heures au plus) pour garantir la qualité de l'amande.

##### b) Le prétraitement

Le nettoyage et triage de l'amande fraîche et l'alimentation du broyeur ont lieu simultanément.

Pour l'exécution du broyage en fragments (dont la taille doit être inférieure à 6 mm de côté), on se sert d'un broyeur rotatif (BOUTIN, 1990).

Le séchage est effectuée par friture. Il s'agit d'une opération très importante dans ce procédé d'extraction de l'huile en raison des multiples interactions entre la matière première et le bain de friture:

#### 3.1.2. Friture

L'objectif principal de la friture est le séchage de l'amande, mais elle comprend également le conditionnement du coco avant pression (éclatement des parois cellulaires, coagulation des protéines cellulaires et fluidisation de l'huile).

Les particules d'amande de noix de coco (d'une taille de 6 mm environ) sont immergés dans l'huile de coco chaude. La température du bain de friture est située entre 110 et 150°C. Le séchage dure de 20 à 30 minutes environ. Le temps est dépendant des paramètres de friture. Le feu dans le foyer est entretenu par des bourres et des coques sèches.

Le rapport coco/huile est de 1/2 et le changement de l'huile a lieu toutes les 6 fritures. Pour le maintien de cette proportion 10 % d'huile sont rajoutés toutes les deux cuissons. Ce pourcentage correspond à la quantité d'huile, qui est entraînée soit par absorption par la matière soit au cours de l'égouttage. L'opérateur arrête la cuisson quand il note une réduction du bouillonnement à la surface de l'huile. Le coco frit est alors enlevé de la friteuse à l'aide d'une spatule perforée ou d'un panier essoreur.

L'huile égouttée est récupérée dans un bac et renvoyée à la friteuse. L'amande déshydratée et égouttée sortant du bain de friture à la température requise pour passer directement à l'expeller.

Le coco est traité en discontinu, c'est-à-dire qu'il est traité par lots. Ceci n'est possible que pour des petites ou moyenne unités. Dans le cas d'une capacité de traitement supérieure, l'on pourrait opter pour une multiplication du nombre des cuves de séchage, ce qui permettrait de pouvoir se rapprocher ainsi d'un fonctionnement en continu (ROUZIÈRE, 1994).

#### 3.1.3. La pression

L'huile de coco est extraite ensuite au moyen d'une presse. Dans la pratique c'est l'expeller, donc une presse continue à vis qui est utilisée. Un deuxième passage dans la presse est souvent effectué pour améliorer le rendement en huile.

Le taux d'extraction est de 30 %: On obtient 30 kg d'huile à partir de 100 kg d'amande fraîche (BOUTIN, 1990).

Les vis doivent être remplacées périodiquement (entre 80 et 300 heures) suivant la qualité des matériaux utilisés. Les vis sont réutilisées après être rechargées de métal et le diamètre de la vis est ajusté au tour.

### 3.1.4. Le traitement après l'extraction

Quand l'huile sort de la presse, elle contient des particules solides de tourteau de toutes tailles (pieds). Une première purification se fait au moyen d'un tamis à mailles. La finition est effectuée dans un filtre-presse à tissu.

La neutralisation et le traitement thermique (deux parties du raffinage) de l'huile brute ne sont pas indispensables afin de la rendre comestible. La nécessité de la décoloration et de la désodorisation dépend du consommateur. Ils peuvent devenir souhaitable si une température trop élevée du bain de friture donne naissance à des substances odorantes ou colorantes.

## 3.2. La cuisson par friture

La friture par immersion d'un aliment dans un bain d'huile est une technique ancestrale de cuisson.

La matière, la plus souvent utilisée est la pomme de terre, pour en produire des frites ou des chips. Par ailleurs, il existe toutes sortes de fruits et légumes, gâteaux, poissons et viandes, qui sont préparés dans des huiles végétales diverses ou des graisses animales (selon les saveurs souhaités et les disponibilités sur le marché).

### 3.2.1. Principes

On constate deux phases principales au cours du procédé de la friture. La première consiste en une chute très importante de la température du bain d'huile lors du trempage du produit. Cette baisse est provoquée par la forte évaporation d'eau (due au transfert de chaleur vers le produit). La seconde, est marquée par la forte pénétration d'huile dans le produit. Au cours de cette phase la perte en eau est faible. (LAMBERG, *et al.*, 1990) (Fig. 1.).

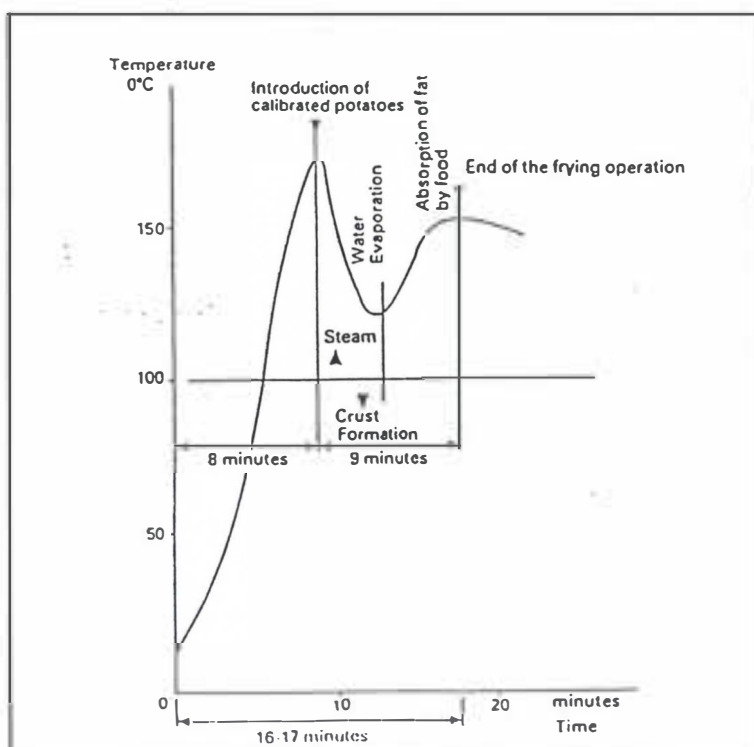


Fig. 1: Evolution de la température d'un bain de friture (friture des frites dans l'huile de tournesol à 200°C dans une friteuse profonde) (GUILLAUMIN, 1988).

Outre le séchage de la matière immergée (c'est-à-dire la déshydratation), il résulte de ce traitement thermique diverses phénomènes. Il se produit en effet une imprégnation en huile, changement de la couleur, de la texture et de la saveur. La mesure de ces phénomènes dépend de multiples paramètres, dont les plus importants sont les suivants:

- la nature du produit
- la nature de l'huile et son taux de recyclage
- la taille et la surface spécifique du produit
- la température de friture
- la durée d'immersion
- le rapport massique produit traité/huile de friture
- la pression extérieure (atmosphérique ou contrôlée)

La température varie en fonction de la nature des aliments ou des produits à traiter. On passe ainsi de 120°C pour les poissons à 185°C pour les chips de pomme de terre à pression atmosphérique (BERGER, 1984).

L'huile de bain de friture est soumise à des fortes modifications. Elles peuvent être causées par la présence d'une température élevée, de l'air et de l'eau, qui entraîne des multiples réactions chimiques. La stabilité du bain de friture dépend aussi du taux d'insaturation, des conditions de la friture et de la nature du produit.

### 3.2.2. L'influence de la friture sur le produit

Au cours de la friture, par suite de la déshydratation de la surface, on observe la formation d'une croûte plus ou moins épaisse selon les conditions de traitement. Cette croûte poreuse et perméable permet la poursuite des phénomènes d'évaporation et de pénétration.

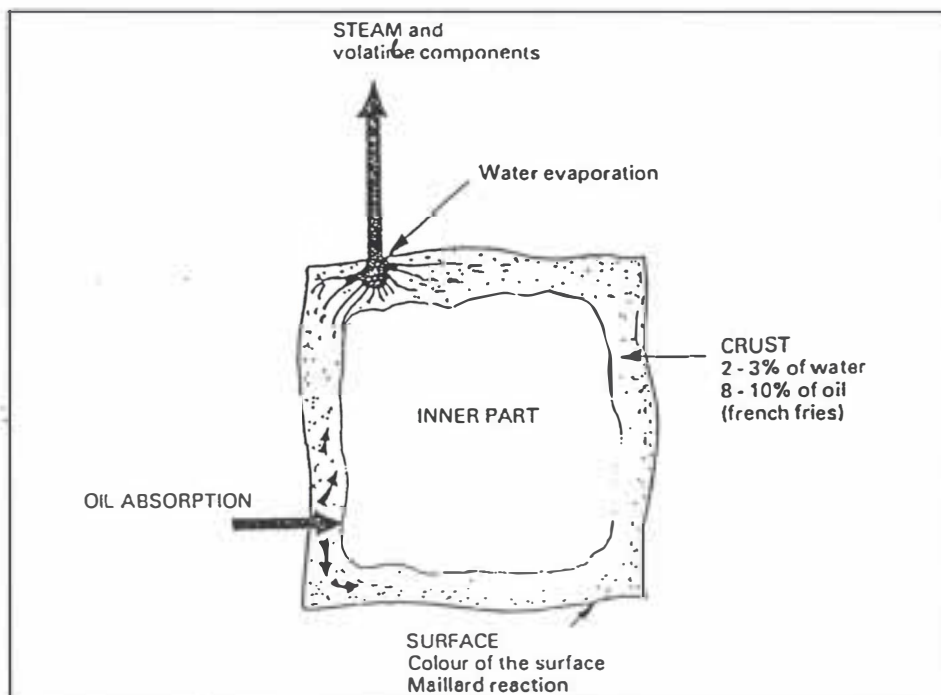


Fig. 2: Structure du profil d'une frite (formation d'une croûte)

(GUILLAUMIN, 1988).



Or la croûte empêche la bonne sortie de l'eau et réduit le transfert de chaleur. Cependant elle permet à la température au sein du produit de rester à 100°C environ pour les frites (KOZEMPEL *et al.*, 1991). L'huile absorbée est localisée dans la zone externe de la croûte et sur sa surface (GUILLAUMIN, 1988). En raison d'une série de réactions de Maillard, la couleur de la surface devient dorée. La vitesse d'entrée d'huile est maximum pendant les 10 premières secondes où se produit effectivement la plus grande perte en eau. Ce phénomène se ralentit quand les échanges se stabilisent (MAKINSON *et al.*, 1987).

La teneur en eau des produits finis frits varie de 1 % pour les chips de pomme de terre à 40 % pour les frites. La teneur en huile est comprise entre 6 et 17 % pour les poissons, et de 10 à 15 % pour les frites. Elle est d'environ 40 % pour les produits "snack" et les chips de pommes de terre (MORTON et CHIDLY, 1988).

L'absorption d'huile par le produit augmente selon différentes paramètres:

- la baisse de la densité du produit
- l'augmentation de sa surface spécifique
- l'augmentation de la viscosité d'huile du bain de friture engendrée par sa dégradation.

Le pourcentage d'huile absorbée est pratiquement constant pour 20 cycles de friture mais augmente de 15 % si l'on poursuit jusqu'à 40 cycles.

D'autre part, d'après BLUMENTHAL et STIER (1991), une huile usagée présente un meilleur contact avec l'aliment qu'une huile neuve du fait d'une diminution de la tension superficielle entre les deux milieux. Ceci facilite l'entrée d'huile dans le produit. Par contre, le transfert de chaleur s'effectue mieux et plus rapidement.

La température à l'intérieur du produit se stabilise aux alentours de 100°C (la température de la vaporisation de l'eau à pression atmosphérique). Cette propriété ne permet pas une trop forte dégradation de la valeur nutritive, et des propriétés d'assimilation par l'organisme de l'aliment. L'action de la chaleur à l'intérieur ne commence qu'avec la pénétration de l'huile, qui a lieu après la phase de forte évaporation de l'eau, donc à la fin de la friture. Ni le contenu en protéines et minéraux ni la valeur nutritive des protéines ne se dégradent au cours de la friture (MOREIRAS-VARELA *et al.*, 1988).

On constate des variations de la composition des acides gras des lipides. Pour la friture avec l'huile de soja la teneur en acides gras saturés diminue alors que la teneur en acides gras insaturés (une et deux doubles liaisons) augmente dans certains poissons. Par contre la proportion des acides gras insaturés avec trois et quatre doubles liaisons diminue (GALL *et al.*, 1983). Ce qui traduit l'existence d'un autre flux de matière grasse, allant cette fois du produit vers le bain de friture.

### 3.2.3. L'huile de friture

Le taux de dégradation de l'huile dépend de sa teneur en acides gras insaturés, des conditions de la friture et de la nature du produit immergé. La préservation de la qualité de l'huile de friture est importante comme vecteur du transfert de chaleur et comme ingrédient des aliments. On observe des stabilités relatives de friture diverses pour les différentes matières grasses:

Tab. IV: La tenue relative à la friture des différentes graisses (selon BELITZ et GROSCH, 1991).

nature de matière grasse	tenue relative a la friture
huile de tournesol	1,0
huile de soja	1,0
huile d'arachide	1,2
huile de palme	1,5
<i>huile de coprah</i>	2,4
saindoux	2,0
suif	2,4
beurre	2,3

Une huile est considérée comme dégradée quand au moins 1 % acides gras oxydés insolubles dans l'éther de pétrole sont déterminés.

Les réactions provoquées dans l'huile lors de la friture entraînent un grand nombre de produits de décomposition (volatils et non-volatils). Leur qualité et leur quantité sont dépendantes des conditions de la friture (nombre de fritures effectuées avec la même huile, rapport coco/huile, nature du produit etc.). Ils influencent la saveur, la couleur et la texture de la matière frite et les propriétés de l'huile de friture.

La formation de ces produits engendre une augmentation de la viscosité.

Tab. V: Aperçu des réactions qui ont lieu au cours de la friture (selon BELITZ et GROSCH, 1991)

chauffage de la matière grasse	réactions	produits
1. en absence de la matière destinée à la friture	l'autoxydation l'isomérisation la polymérisation	acides volatiles aldéhydes esters alcools époxydes dimères composées mono- et bicycliques composés aromatiques composées avec des doubles liaisons (trans) hydrogène, CO2
2. en présence de la matière destinée à la friture	outre les réactions de 1., l'hydrolyse	outre les produits de 1., acides gras libres mono- et diacylglycérides glycérol

#### a) L'auto-oxydation des lipides

L'auto-oxydation des acides gras insaturés (ou peroxydation) comprend la réaction d'oxygène avec l'acide gras insaturé pour constituer des hydroperoxydes. Sous l'influence de la chaleur, ceux-ci se décomposent et en résultent des hydroxy-ou alcoxy-radicaux, qui entraînent la réduction des atomes d'hydrogène des acides gras saturés.

Une durée du traitement thermique trop importante provoque l'apparition d'une grande quantité de composés volatils, ce qui se traduit par un défaut d'arôme, et de composés non-volatils.

L'auto-oxydation des acides gras insaturés donne naissance à des substances aromatiques très actives, si bien que l'effet de l'oxydation de lipides devient remarquable dans les aliments qui ne contiennent qu'une faible quantité d'acides gras insaturés. Cependant, les composés volatils présents en quantités inférieures au seuil off-flavour ont des effets positifs sur l'arôme des aliments qui contiennent de la matière grasse (par exemple des lactones, qui résultent de la décomposition de l'acide linoléique).

L'auto-oxydation des acides gras saturés donne principalement des *aldéhydes et méthyl-cétones*, qui sont à l'origine d'une odeur marquée et pénétrante. On parle d'un rancissement "cétonique".

La couleur de l'huile est modifiée par l'auto-oxydation. Outre les chlorophylles et caroténoïdes, des substances colorantes d'auto-oxydation se produisent (BELITZ et GROSCH, 1992).

La stabilité des huiles est assurée par des antioxydants naturels:

- stérols ( $\Delta^5$ -avenastérol, 4  $\alpha$ -méthylstérol)
- tocophérols (vitamine E et ses dérivés)
- additifs alimentaires (les antioxydants naturels).

Les antioxydants naturels se trouvent dans la fraction de l'insaponifiable d'une matière grasse. Ils retardent l'oxydation, mais leur efficacité diminue sous l'influence de la chaleur.

#### b) L'isomérisation et la polymérisation

L'isomérisation dans l'huile de friture comprend la transformation d'un acide gras avec des doubles liaisons en ses isomères avec des doubles liaisons conjuguées. Ceux-ci forment des aromates par addition des chaînes (polymérisation).

Des acides gras et triglycérides perdent des atomes d'hydrogène, ce qui se traduit par l'apparition de radicaux. Ceux-ci dimérisent et constituent des cycles. La présence d'oxygène engendre le développement des polymères, qui influencent d'une manière négative la saveur. Ces substances possèdent des groupes hydroxyles, qui renforcent la propriété moussante de l'huile. Ceci se traduit par l'apparition des mousses. En outre, on constate l'abaissement de point de fusion.

#### c) L'hydrolyse

L'hydrolyse d'un corps gras par fixation d'eau fait apparaître les acides gras libérés des triglycérides. Ceci se traduit par l'augmentation de la quantité des acides libres de l'huile.

### 3.2.4. L'étude de l'altération de l'huile de friture

Très simplement, l'évaluation de la qualité de l'huile repose sur des observations subjectives de la couleur, de la fumée, de la hauteur de la mousse et de l'odeur. En citant les principales méthodes de détermination de l'altération d'une huile, les caractéristiques concernées sont sous-entendues.

Tab. VI: Les principales méthodes physiques et chimiques de la détermination d'état de dégradation de l'huile du bain de friture (BOSCOU, 1988).

Principaux critères physiques	Principaux critères chimiques
<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; constante diélectrique</li><li>&gt; viscosité</li><li>&gt; point de fumée</li><li>&gt; hauteur de la mousse</li><li>&gt; indice de réfraction</li><li>&gt; détermination spectrophotométrique de la couleur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; composés polaires déterminés par chromatographie sur colonne</li><li>&gt; acides gras libres</li><li>&gt; chiffre d'iode</li><li>&gt; carbonyles</li><li>&gt; l'indice d'anisidine</li><li>&gt; acides gras oxydés insoluble à l'éther de pétrole</li></ul>

Il n'existe pas de méthode unique pour déterminer l'état de l'huile et le point de rejet. Les méthodes les plus fiables et acceptées sont la détermination de la constante diélectrique et la détermination des composés polaires par chromatographie sur colonne.

Les composés polaires comprennent les substances polaires dans le corps gras de départ, telles que les monoglycérides, les diglycérides et les acides gras libres, ainsi que les produits de transformation polaires formés pendant le chauffage comme lors de la friture d'un aliment. Les non polaires sont généralement les triglycérides non altérés. Ils sont déterminés selon la norme NF ISO 8420:1990(F) par séparation par chromatographie sur colonne en composés non polaires et en composés polaires. Si on constate un décalage de la proportion 73 %:27 % vers les composés polaires, la graisse est considérée comme dégradée.

Le point de fumée est la température à laquelle une graisse chauffée se décompose par le développement de fumée en présence d'air. La friture abaisse cette température qui est normalement de 200 à 230°C. Une graisse est considérée comme dégradée quand cette température est inférieure à 170°C.

La teneur en acides gras libres s'exprime par l'indice d'acidité. C'est une mesure de l'état d'altération d'un corps gras par hydrolyse, ou, le cas échéant, de la qualité du raffinage.

Les liaisons éthyléniques des acides gras insaturés, présents dans un corps gras, donnent avec l'iode des dérivés iodés. La quantité d'iode fixée par les chaînes grasses exprimé par l'indice d'iode est donc une méthode d'évaluation de l'insaturation globale d'un corps gras.

L'indice d'anisidine permet d'évaluer l'état d'oxydation du corps gras. L'oxydation spontanée des corps gras au contact de l'air donne naissance, lors qu'elle est notable, à de très nombreux dérivés oxygénés des acides gras, en particulier à des aldéhydes. Ceux-ci réagissent avec la p-anisidine pour donner des composés colorés. L'intensité de la couleur obtenue est proportionnelle à la teneur en aldéhydes et est exprimée par l'indice d'anisidine (Normes AFNOR, 1993).

### 3.3. L'huile de coco fabriquée par séchage-friture

#### 3.3.1. Les caractéristiques de l'huile de coco

Les caractéristiques de l'huile varient en fonction du procédé de leur fabrication. La qualité de l'huile de coco fabriquée par séchage-friture est fortement liée aux conditions de la friture. Pendant celle-là, les caractéristiques de l'huile (soit du bain de friture, soit à l'intérieur de l'amande) peuvent être modifiées. La nature des modifications est présentée en 3.2..

Le raffinage n'est pas nécessaire, l'odeur de la noix de coco et sa couleur légèrement ambrée, peuvent être conservées.

On constate l'absence de défaut d'arôme, car la production des aldéhydes et des méthyl-cétones par des moisissure n'a pas lieu.

On obtient une huile d'un taux d'acidité inférieur à 0,5 % et sans d'aflatoxine (BOUTIN, 1990).



### 3.4. Le tourteau

Le tourteau obtenu représente environ 20 % de l'amande fraîche. Sa teneur en huile résiduelle est de 15 à 25 % après la première pression et de 8 à 13 % après la seconde (BOUTIN, 1990).

Il est d'une excellente qualité, car la brièveté de la transformation de la matière première évite sa détérioration par l'attaque des micro-organismes et par des réactions chimiques. Ceci permet sa valorisation dans l'alimentation humaine.

### 3.5. L'équipement d'une huilerie-villageoise

Pour effectuer l'extraction de l'huile à partir de l'amande fraîche, l'implantation au coeur des zones de production des noix de coco convient. Ceci assure l'approvisionnement en matière première. L'huilerie doit être équipée

- d'une aire ombrée de stockage des noix de coco
- d'une aire de préparation de l'amande fraîche
- d'un broyeur
- des unités de cuisson (foyer, qui assure le chauffage d'une bassin)
- d'une presse
- d'un filtre
- de dispositifs de récupération et de stockage de l'huile et du tourteau

Une description d'une unité de production à petite échelle en Indonésie est donnée par BOUTIN (1992):

L'amande fraîche est préparée sur une aire devant l'huilerie, Le broyage est effectué par un broyeur rotatif, qui fragmente l'amande fraîche en de particules de 6 mm de côté.

La capacité d'une presse d'huilerie est de 160 à 180 kg d'amande déshydratée (240 à 270 kg d'amande fraîche) par heure. Equipée d'un moteur Diesel d'une puissance de 25 CV, elle peut requérir une puissance de 12 à 14 CV. Pour alimenter cette presse, deux unités de cuissons équipées chacune de deux foyers sont nécessaires. Des bassines sont remplies de 40 kg d'amande fraîche broyée et de 90 à 100 litres d'huile de coco. Le tum-over de l'huile de six fritures correspond à la quantité des fritures effectuées en une journée par unité de cuisson. La capacité journalière est de 450 à 550 kg d'huile, soit le traitement de 4000 à 5000 noix.

Les presses présentées dans ce rapport comme convenant à l'extraction de l'huile de coprah, peuvent être appliquées à la fabrication de l'huile de coco (voir 1.5.).

### 3.6. Discussion

La nature du procédé et au niveau d'échelle permettent une appropriation de l'ensemble de la filière, de la matière première au produit fini.

La mise en œuvre est caractérisée par sa simplicité. Elle n'exige pas de dispositif sophistiqué. En outre, la transformation est raccourcie par suppression du poste du conditionnement thermique avant pressage.

La durée de transformation de la matière première est très courte. Ceci permet sa stabilisation et le blocage du développement de micro-organismes et de l'oxydation de la matière grasse. La production des H.A.P.s n'a pas lieu. Par conséquent, le raffinage par rapport à ces produits étrangers à l'huile n'est pas nécessaire et l'huile brute est comestible.

La désodorisation peut devenir nécessaire quand les consommateurs visés n'apprécient pas les caractéristiques organoleptiques très marquées de l'huile de coco.

Les huileries existantes peuvent être adaptées facilement à ce procédé. L'application ne nécessite que l'installation d'un atelier de décoquage-déshydratation en amont de la trituration et si possible l'implantation d'une centrale thermique fonctionnant à partir des coques. Ce dernier sous-produit assure l'autosuffisance énergétique. Les coques et les bourres parfois se trouvent sur l'aire de décoquage.

## **4. L'intérêt de l'application du procédé de fabrication d'huile de coco par séchage-friture à Ouvéa**

### **4.1. La Nouvelle-Calédonie - territoire d'Outre-Mer**

La Nouvelle-Calédonie se situe au Sud-Est de la Mer de Corail, en bordure occidentale du Pacifique Sud.

Elle appartient aux territoires d'Outre-Mer de la France, qui représentent aujourd'hui avec les départements d'Outre-Mer et les collectivités à statut particulier les restes dispersés de l'Empire colonial français formé dès le dix-huitième siècle. Outre la Nouvelle-Calédonie il reste la Polynésie française, les terres australes et antarctiques et Wallis-et-Futuna.

La Nouvelle-Calédonie découverte par Cook en 1774 et rattachée à la France depuis 1853, est la troisième île du Pacifique-Sud par sa superficie (18 575 km<sup>2</sup> soit deux fois la Corse) après la Papouasie Nouvelle-Guinée et la Nouvelle-Zélande. Situé légèrement au-dessus du tropique du Capricorne à 1 500 km de l'Australie à l'Ouest et à moins de 2 000 km de la Nouvelle-Zélande au Sud, elle appartient à la Mélanésie avec la Papouasie, les îles Salomon et Vanuatu. Le territoire de la Nouvelle-Calédonie séparé de la France par plus de 18 000 km comprend plusieurs îles dont la principale appelée la Grande-Terre, couvre à elle seule une superficie de 16 980 km<sup>2</sup>. Le territoire comprend en outre les îles Loyauté (Maré, Lifou, Ouvéa), l'île des Pins, l'archipel des Belep et diverses petites îles et îlots.

Au dernier recensement de 1989, la population totale du territoire était de 164 173 habitants répartie entre plusieurs "ethnies" dont les principales sont: les Mélanésiens (44,8 %), les Européens (33,5 %), les Wallisiens (8,6 %), les Indonésiens (3,2 %) et les Tahitiens (2,9 %). Près d'un tiers de la population a moins de 15 ans. La densité de la population est faible (8 habitants au km<sup>2</sup>).

L'avenir politique de la Nouvelle-Calédonie est subordonné à l'échéance fixée par la loi du 9 nov. 1988 adoptée par référendum: 1998. Les accords de Matignon de juin 1988 et la loi référendaire ont permis la mise en place d'une nouvelle organisation des pouvoirs publics (PIMONT, 1994). Celle-ci est basée sur la décentralisation, qui se traduit par la création de trois Provinces (avec ses chef-lieu): la Province Nord (Koné), la Province Sud (Nouméa) et la Province des Iles Loyauté (Wé). Les deux premières se trouvent sur la Grande Terre, la dernière à 100 km de la côte Est vers le Pacifique. La Province des Iles Loyauté est constituée d'Ouvéa, de Lifou, de Tige et de Maré (du Nord au Sud). Chaque Province comprend plusieurs communes.

Sur le plan économique, la situation calédonienne est déséquilibrée géographiquement (une forte concentration des activités sur Nouméa et sa région (78 % des salariés du territoire)) et structurellement dépendante pour une bonne part des transferts financiers en provenance de la métropole. Elle dispose de matières premières, surtout du nickel. Elle souffre de son isolement géographique, sa faible production et du niveau réduit d'intégration économique et sociale de la fraction mélanésienne de sa population (RALUY, 1990).

L'agriculture ne joue qu'un rôle secondaire dans l'économie de la Nouvelle-Calédonie (7 % du P.I.B.; 17,6 % de la population y travaille), loin derrière les activités minières, le commerce, l'industrie et les services. Au cours des trente dernières années, son importance a sérieusement diminué, à tel point qu'elle ne satisfait aujourd'hui qu'environ 40 % des besoins alimentaires de la population et n'occupe qu'une place infime parmi les exportations.

Pourtant, l'agriculture de subsistance fait vivre le tiers des calédoniens.

4.2. Ouvéa

Ouvéa est un "presqu'atoll" de 132 km² comportant 20 tribus réparties sur 5 chefferies: la plus étendue est celle de Fayaoué au centre, les autres sont celles de St. Joseph, Imone et Takedji au Nord et Mouli au Sud.

La population des Iles Loyauté est restée presque exclusivement mélanésienne grâce à son statut de réserve dont elle a pu bénéficier dès 1897, puisqu'au recensement de 1989, on dénombrait 17 502 habitants, dont 98,1 % de kanak. Ce rapport se retrouve à Ouvéa, où on dénombrait 3 540 habitants (98,3 % Mélanésiens). La densité de la population est de 26,8 personnes au km² (RGA, 1991). L'âge moyen de la population est de 24 ans; 52,3 % ont moins de 19 ans. L'unité de base de l'organisation sociale est le clan, unité sociale constituée d'un tissu de relations familiales selon une filiation réelle ou fictive de tous ses membres à un ancêtre commun. Chaque clan possède son mythe d'origine, véritable patrimoine du clan, par lequel se définit le rôle social qu'il devra jouer au sein de la chefferie pluri-clanique. Chaque chefferie est autonome et à sa tête se situe le "Grand Chef", garant de son équilibre. Chaque chefferie (terme "coutumier") ou district (terme administratif) forme une aire culturelle distincte.

4.3. La cocoteraie calédonienne

4.3.1. Surfaces sur l'ensemble du Territoire

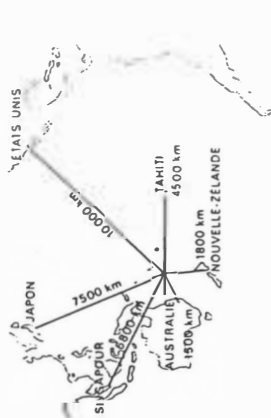
Pour l'ensemble de la Nouvelle Calédonie, les superficies déterminées au cours des cinquante dernières années par recensement, estimation ou planimétrie font apparaître, de l'une à l'autre, des variations très sensibles.

Les différences constatées proviennent du fait que, dans certains cas, l'évaluation a concerné la totalité des peuplements de cocotiers, alors que, dans d'autres, seules ont été comptabilisées les surfaces exploitées en coprah.

Tab. VII: Principaux documents pour l'évaluation des surfaces plantées en cocotiers en Nouvelle-Calédonie (DUMAS, 1992; RGA, 1991).

1946	Annuaire de la Nouvelle-Calédonie	10 000 ha
1955-1956	Lodier - Rapport Mission des Terres	8 352 ha
1959	Recensement Général Agricole	7 873 ha
1962	Etude Service Agriculture/Caisse Coprah	12 000 ha
1979	Manciot R. - Mission IRHO	5 910 ha
1983	Recensement Général Agricole	4 300 ha
1991	Recensement Général Agricole	2 386 ha

NOUVELLE-CALÉDONIE



MER DE CORAIL

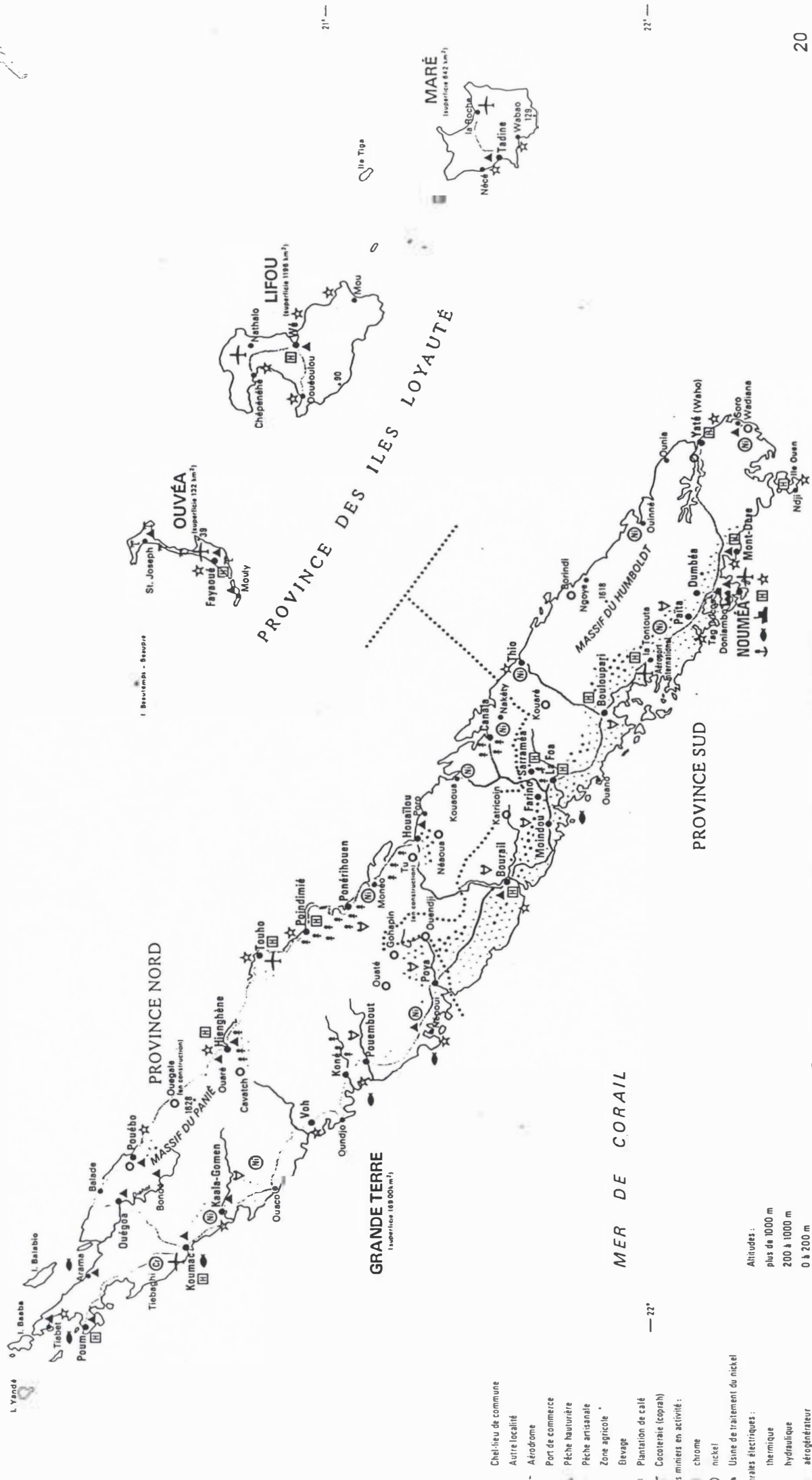


Fig. 3: La Nouvelle-Calédonie (Rapport annuel, 1992).





Bien que la cocoteraie ait perdu plus de 45 % de sa superficie entre 1983 et 1991, elle est, avec 2 386 ha, la deuxième culture du Territoire après les arbres fruitiers, abstraction faite de la superficie fourragère et pastorale. Cependant près de 7 % de ces surfaces ne sont pas récoltées.

Le cocotier est très répandu sur le Territoire :

- sur la Côte Est de la Grande Terre, spécialement de Houaïlou à Pouébo. Sur la Côte Ouest, seules les communes de Poum et Koumac comptent plus de 100 ha de cocoteraies,
- dans l'archipel des îles Loyauté et plus particulièrement sur l'île d'Ouvéa (49% des surfaces calédoniennes)
- dans les îles Belep au Nord.

Tab. VIII :Répartition des cocoteraies (RGA, 1991).

	Province Iles Loyauté	Province Nord	Province Sud
Surface de la Cocoteraie	62%	24%	14%

Presque toutes les exploitations (97 %) pratiquant la culture de la noix de coco ont leur siège en tribu. La cocoteraie est bien une spécificité de l'agriculture tribale.

4.3.2. La cocoteraie d'Ouvéa

Le cocotier qui s'était révélé capable de mettre en valeur des sols agronomiquement pauvres tels que ceux de l'atoll corallien d'Ouvéa représente encore en 1991 selon divers recoupements (CHERRIER, 1991) 3 000 ha, soit 25 % de la surface de l'île.

Selon le Recensement Général Agricole (RGA) 1991, Ouvéa possède presque la moitié (49 %, soit 1 169 ha) des surfaces calédoniennes.

Bien que les documents à l'appui soient nombreux, cette affirmation ne paraît toutefois pas évidente lorsqu'on survole l'île par le vol régulier d'Air-Calédonie. Selon le Recensement Général Agricole de 1985, la surface occupée par les cocoteraies sur l'île d'Ouvéa, représenterait seulement, un peu plus de 1400 ha.

Les évaluations des surfaces plantées en cocoteraies sur l'île d'Ouvéa sont réunies sur le tableau:

Tab. IX: Principaux documents pour l'évaluation des surfaces plantées en cocotiers sur Ouvéa

1955-56	Rapport Lodier	2 950 ha
1959	Recensement Général Agricole	3 420 ha
1976	Rapport M. Kécine - Service de l'Agriculture - Ouvéa	1 700 ha
1979	R. Manciot - Mission IRHO	3 224 ha
1985	Recensement Général Agricole	1 400 ha
1991	Recensement Général Agricole	1 169 ha

Toutefois, en suivant les arguments développés par L. CHERRIER, il semble qu'on doive admettre une surface de l'ordre de 3 000 ha.

Constatant que les surfaces évaluées par les méthodes planimétriques et mathématiques sont sensiblement équivalentes (3 224 ha contre 3 266 ha et 3 588 ha, respectivement avant et après la dernière guerre mondiale), L. CHERRIER conclut :

*"Nous pouvons admettre, qu'en l'état actuel de choses, la superficie exploitable de la cocoteraie d'Ouvéa est de l'ordre de 3 000 ha, couvrant ainsi près de 25 % de la surface totale de l'île."*

### 4.3.3. La production du coprah à Ouvéa

Les activités professionnelles<sup>1</sup> de la population d'Ouvéa ne peuvent se trouver que dans le domaine de la pêche, du tourisme ou de la production du coprah. Les deux premiers sont limités en raison de l'investissement à faire ou parce qu'il n'y a ni demande ni offre. Les activités agricoles de la population d'Ouvéa sont limitées par la nature corallienne des sols, peu fertiles.

Pourtant, le cocotier trouve un milieu favorable. La production de coprah constitue donc l'activité professionnelle principale.

Suivant l'entretien des plantations et les conditions d'exploitation, le rendement annuel de la cocoteraie peut varier entre 200 et 1 000 kg de coprah par ha et par an (de médiocre à optimum) soit une production théorique comprise entre 600 et 3 000 t de coprah par an. Il est à remarquer que la production théorique maximum correspond à une exploitation intensive de la cocoteraie, convenablement fertilisée et complètement régénérée.

La production globale de coprah a sans cesse décliné depuis la fin de la seconde guerre mondiale, en passant par un sommet de 3 588 t en 1954, jusqu'à 150 t en 1988 et 10 t en 1989. L'effondrement des cours mondiaux, la vive concurrence des autres huiles alimentaires ont provoqué le mouvement à la baisse. Puis, en 1987, la chute de la qualité, déjà sensible fut révélée par la présence d'aflatoxines dans un lot exporté vers l'Allemagne (DUMAS, 1992).

Les événements tragiques d'avril-mai 1988 finirent de désorganiser la production sur Ouvéa. Il y a eu un désintérêt total de la population pour cette production. En 1991, la production est passée à 20 tonnes pour atteindre 80 tonnes en 1992 et 230 tonnes en 1993 (DANFLOUS, 1993). M. L. CHERRIER estime la production à 300 tonnes pour l'année en cours. La production moyenne du premier semestre de l'année est de 5 tonnes par semaine et la bonne saison de récolte a lieu dans le deuxième semestre de l'année.

### 4.4. L'huilerie d'Ouvéa

L'installation d'extraction d'Ouvéa est une huilerie en container de la firme Mécanique Moderne (annexe n° VI.), qui a été implantée en septembre 1992. Elle a été mise en marche en juin 1993 (CHERRIER, 1991).

Le dispositif permet de traiter 300 kg d'oléagineux par heure. Il prévoit une opération en continu (voir annexe).

Les morceaux de coprah, amande séchée de noix de coco ayant une teneur en eau de 6 %, arrivent par un transporteur au broyeur, où ils sont fractionnés jusqu'à un diamètre de 5 mm environ.

Un autre transporteur apporte le coprah broyé au conditionneur, qui en prépare une pâte et qui en élève la température jusqu'à 80°C. Ceci provoque l'éclatement des parois cellulaires du coprah, la coagulation des protéines, la fluidisation de l'huile et permet également d'ajuster l'humidité à 2 %.

Un distributeur alimente la presse continue, dont la vis se trouve dans une cage à barreaux. Le dispositif de pressage est adapté à l'action de compression: le diamètre de la première moitié est plus grand que celui de la deuxième et la taille des interstices entre les barreaux diminue en s'approchant à la tête de la vis. Le tourteau de coprah est déchargé à l'extrémité de la cage, où il est récupéré et transporté directement dans des sacs destinés à la vente. L'huile s'écoule à travers des barreaux au cours du pressage et passe par un filtre. Elle est récupérée et stockée dans le bac à huile brute. L'huile brute est transportée à l'ancienne huilerie de la Société de Culture et de

Transformation des Oléagineux (S.C.T.O.) à Nouméa, qui représente le principal débouché pour l'huile d'Ouvéa.

---

<sup>1</sup>Une activité professionnelle comprend dans le contexte de la population mélanésienne une activité rémunérée.

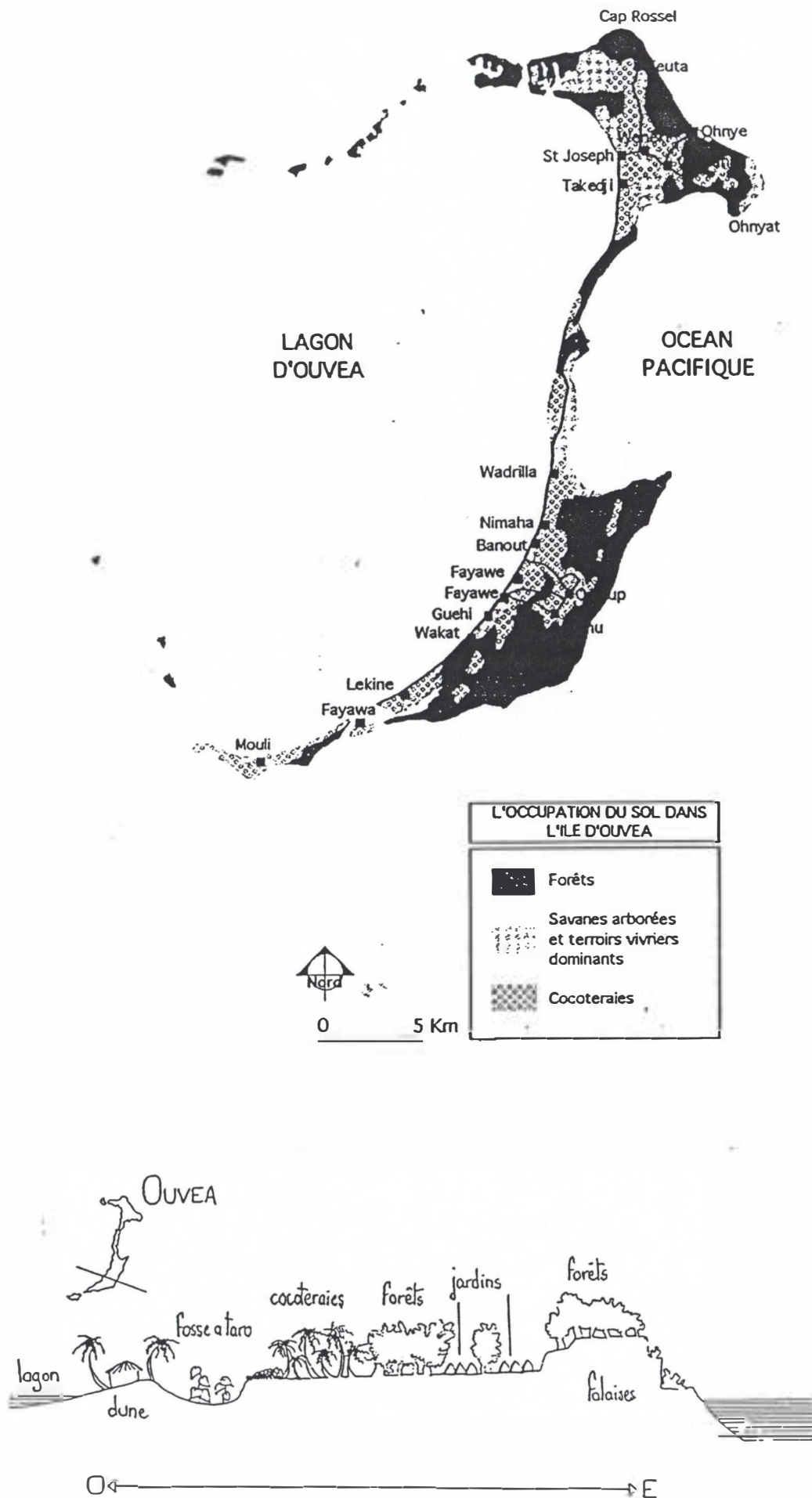


Fig. 4: L'occupation du sol dans l'île d'Ouvéa (HERRENSCHMIDT, 1994).

100 kg de coprah (700 noix du "Géant d'Ouvéa"), donnent 55 à 58 kg d'huile brute. Cette taux d'extraction passe à 42 % si on l'exprime en huile raffinée.

Egalement par pression de 100 kg de coprah, on obtient 32 à 35 kg de tourteau. Le rendement d'extraction obtenu lors du premier pressage du coprah sont médiocres: le pourcentage d'huile dans le tourteau est compris entre 20 et 35 %. Un deuxième passage du tourteau dans la presse est possible. Il permettrait d'obtenir un tourteau, dont la teneur en matière grasse serait de 7 à 11 % (DANFLOUS, 1993).

Le dispositif de la S.C.T.O. exerce son activité dans des secteur suivants:

- l'extraction et le raffinage d'huiles et de graisses végétales alimentaires et industrielles
- la production des savons de luxe, des savons de ménage, des poudres à laver, à partir des acides gras libres de l'huile brute
- la vente des tourteaux et acides gras

Le coprah, matière première, provenait du Vanuatu pour 95 % (506 000 kg) et de l'île d'Ouvéa pour à peine 5 % (22 700 kg) en 1991.

La S.C.T.O., implantée en zone urbaine aurait du changer de site. Les équipements pourraient être mis à disposition d'un opérateur non identifié à ce jour et devant reprendre l'activité savonnerie. En effet, le Territoire est attaché au maintien de l'activité savonnerie, car celle-ci constitue le prolongement effectif de la filière sèche de valorisation du coprah de l'île d'Ouvéa.

Il est certain qu'une interruption plus ou moins longue des activités de la S.C.T.O. entraînerait :

- la perte d'un savoir-faire (la S.C.T.O. est la dernière savonnerie fonctionnant en Nouvelle-Calédonie et le personnel est déjà âgé, aucune embauche récente n'ayant eu lieu,
- la perte du marché local des savons de ménage (estimé à 450 t) au profit des savons importés,
- la perte d'un matériel déjà très ancien (1950) mais entretenu régulièrement, qui, dans une autre structure pourrait constituer un matériel pour la formation de techniciens.

En 1994, la S.C.T.O. s'occupe principalement de la production de savon. Le raffinage de l'huile brute provenant d'Ouvéa est marginalisé.

#### **4.5. Le pilote de production d'huile alimentaire par séchage-friture sur Ouvéa**

Valider à l'échelle préindustrielle un procédé d'extraction d'huile intégrant une opération de séchage friture du coco en vue de la production d'huile alimentaire et comportant toutes les étapes de la transformation depuis la noix de coco jusqu'à la production d'huile filtrée, afin de:

- Trouver un débouché aux noix de coco dont la production est relancée sur l'île d'Ouvéa.
- Développer un procédé autonome de fabrication d'huile alimentaire dont les avantages sont nombreux.
- Produire un effet psychologique qui redonne confiance et courage aux producteurs de coprah en leur témoignant de la considération par une application à caractère exemplaire, pour les atolls coralliens du Pacifique Sud, sur l'île d'Ouvéa.

L'unité proposée a un débit de 30 kg d'amande fraîche par heure, permettant de faire 7 tonnes d'huile alimentaire par an. Ce tonnage correspond à une estimation de consommation par la population d'Ouvéa.

L'unité comprend:

- un broyeur
- une cuve de friture avec chauffage au gaz ou électrique, agitateur, extraction par le bas et dispositif d'évacuation des buées
- un dispositif de séparation amandes séchées - huile
- une presse KOMET, type S87G
- un filtre-presse assurant la filtration de l'huile
- une pompe de reprise et un bac tampon permettant le remplissage de la cuve de la friteuse ou le stockage de l'huile (DANFLOUS, 1993).



## 1. L'extraction de l'huile de coco par séchage-friture

### 1.1.La noix de coco

La noix de coco employée dans les essais provient du marché gare de Montpellier ou d'un supermarché. Dans les deux cas, l'approvisionnement a été effectuée via Marseille. Il s'agit de noix mûre. Le développement de l'embryon n'est pas encore initié.

La bourre a été enlevée dans le pays producteur. Donc, la noix est délimitée à l'extérieur par sa coque ligneuse. Le diamètre longitudinal moyen d'un bord à l'autre de l'amande est de 12 cm, le diamètre transversal de 8 cm. Le poids de la noix entière (débourrée) est de 800 g. Les noix ont été conservée dans une chambre froide à 6°C pendant quelques jours.

L'amande fraîche constitue la moitié du poids de la noix: 400 g. Sa composition est la suivante:

- teneur en eau de 45 % (plus ou moins 5 %)
- teneur en huile de 30 % (plus ou moins 5 %)

### 1.2.La préparation de l'amande

Pour casser la coque ligneuse (décoquage), il faut la soumettre à des multiples coups réguliers et faibles en la tournant constamment. Le décoquage se fait au moyen d'un marteau. En appliquant cette façon ancestrale, l'amande peut être enlevée entière. Pourtant, le manque de pratique, ne permet pas toujours une ouverture parfaite. Dans ce cas, les morceaux de l'amande doivent être séparés de la coque avec un couteau spécial pour l'extraction de l'amande (annexe I A).

Ensuite, l'amande est épluchée. Le tégument ligneux et adhérent à l'amande est enlevé à l'aide d'un outil équipé d'une lame.

### 1.3.Le broyage

Le but du broyage est la fragmentation de l'amande en particules homogènes de 6 mm de côté. La forme des particules doit être adaptée à l'alimentation de la presse afin d'assurer son approvisionnement.

Les morceaux d'amande sont râpés au trancheur HOBART (type VS 9 A) équipé de disques à râper avec des ouvertures de trous de 6 mm. Le mode de découpe par rapport à l'orientation des fibres n'a pas d'influence sur la cinétique de déshydratation, ce qui permet de positionner indifféremment les morceaux dans le trancheur (RANAVOIRARISON, 1993).

Le broyeur ne permet pas une alimentation perpendiculaire de l'amande. On obtient des particules hétérogènes des différentes longueurs jusqu'à 5 cm (la longueur dépend de la taille des morceaux de l'amande). Cette taille ne convient pas à l'alimentation de la presse. Ceci nécessite de les recouper à main au moyen d'un couteau.

Ensuite, les râpures sont tamisés à l'aide du panier de la friteuse afin de réduire des pertes au cours de la friture entraîné par réduction de la taille des particules. Après, les morceaux sont plongés dans de l'eau. Ils y restent pendant une nuit, afin de saturer l'amande en eau et d'obtenir sur ce plan une certaine homogénéité de la matière (BECKERICH, 1993).

#### 1.4. La friture de l'amande fraîche

La friture est effectuée dans l'huile de coprah raffinée (l'annexe IX montre sa composition exacte). L'huile de coco fabriquée par séchage-friture et non-raffinée n'est pas disponible dans le commerce.

Les interactions entre les facteurs sont en général assez faibles, seule celle du couple température/temps est significative. La relation huile/coco et l'agitation dans le bain de friture n'ont pas d'influence sur la teneur en eau à petite échelle (BECKERICH, 1993).

Pour les expériences, une friteuse ménagère à parois froides la *nova-cool + oil'matic FR-425* est employée (230 V; ~50 Hz; 2000 W) (annexe VIII). Sa capacité en huile est de 2,0 l (min) à 2,5 l (max.). Elle est équipée d'un panier carré. La gaze métallique a des mailles de 4 x 4 mm. Le panier est immergé de manière perpendiculaire en déverrouillant la poignée.

La régulation de la température est effectuée par un thermostat intégré. Sous des conditions constantes la température reste autour de la température souhaitée (plus ou moins deux degrés). Sur les friteuses de type ménager, l'échelle de la température n'est pas fiable. Pour assurer la bonne température pendant les manipulations, un contrôle avec un thermomètre est indispensable. Un thermomètre digital ou au mercure d'une précision d'un °C est employé.

Une lampe témoin indique la mise en circuit du chauffage.

La friture s'effectue à pression atmosphérique sans couvercle.

#### 1.5. La pression de l'amande frite

La presse qui est utilisée dans le laboratoire à Montpellier est une presse à huile monovis, KOMET CA 59 1H (annexe n° IV). Elle est produite et livrée par IBG Monfort & Reiners GmbH & Co à Mönchengladbach, Allemagne.

Il s'agit d'une presse mécanique continue de laboratoire. Elle est construite pour la production d'huile à partir de graines oléagineuses et sa capacité est de 2 à 5 kg de produit à presser (semences) par heure.

La presse est installée sur une plaque en bois qui est une base solide. A l'origine, elle est équipée d'une manivelle, qui met en marche l'opération du pressage. La manivelle a été remplacée par un moteur pour faciliter les manipulations.

La presse est alimentée par une ouverture d'un diamètre de 5 cm. Il existe une trémie en forme d'entonnoir d'aluminium pour faciliter l'alimentation. Ce dernier dirige la matière à presser directement vers la vis. Pour le traitement de l'amande frite, on ne peut pas s'en servir. La surface huileuse provoque le collage de la matière et elle s'arrête au resserrement de l'entonnoir. L'amande frite est introduite directement dans l'ouverture au moyen d'une spatule.

La vis se trouve dans une cage perforée (trous d'un diamètre de moins de 1 mm), qui permet l'écoulement de l'huile.

La vis à pas fixe (R 11) transporte la matière vers sa tête. Le pressage est effectué ici par l'action conjuguée de la tête de la vis et le système d'obstruction. Ce dernier est constitué d'une filière, qui est échangeable. Ceci permet un réglage de pression à discontinu. Il existe 5 filières différentes ayant des diamètres de sortie différents (10, 8, 6, 5, 4 mm).

Un anneau chauffant (résistance électrique d'une puissance de 300 watts) est disposé autour la cage de pression. Une régulation de température a été ajoutée pour maintenir cette dernière aux alentours de 110 °C.

Après les essais préliminaires on peut constater la possibilité d'obtenir un rendement en huile de coco de 70 grammes par 20 minutes, donc une capacité de presser 600 g d'amande frite par heure. Cela dépend fortement de la teneur en eau et de la dureté de la croûte de la matière frite. Le taux d'extraction dépend de la vitesse du pressage. A faible vitesse, le rendement en huile augmente, pendant que le débit diminue et avec lui la quantité d'huile effective. A une vitesse plus élevée, le rendement en huile diminue, pendant que le débit augmente et avec lui la quantité d'huile obtenue.

## 2. La procédure expérimentale

Les râpures sont sorties de l'eau de standardisation et égouttées dans une passoire, puis essuyées au papier filtre afin d'enlever l'eau superficielle. Un échantillon est constitué à ce niveau, de façon à pouvoir déterminer la teneur en eau et en huile initiale.

A l'instant  $t_0$ , une quantité de râpure de masse  $m_0$ , de la teneur en eau  $TE_0$  et de la teneur en matière grasse  $MG_0$  est plongée à l'aide du panier dans l'huile portée à la température désirée  $T_{bain}$ . Le rapport massique coco/huile est toujours de 1/6 (300 g coco/1,8 kg = 2 l de l'huile).

La température indiquée est la température dans le bain de friture avant l'immersion du produit:

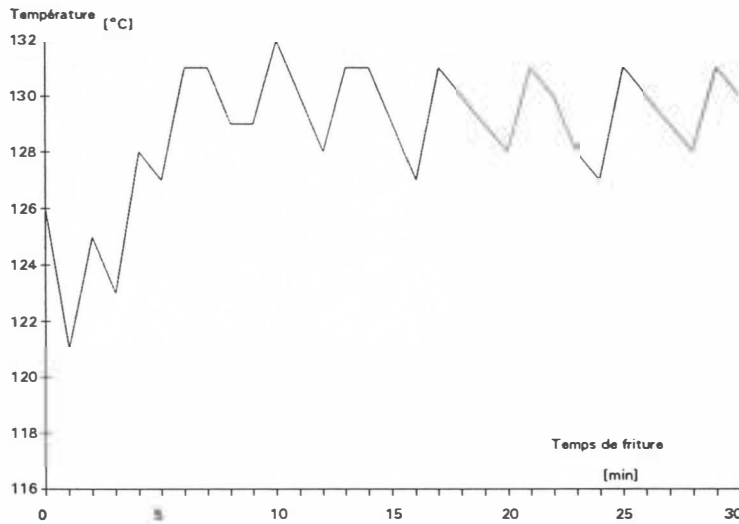


Fig. 5: Le développement de la température du bain de l'huile pendant la friture de l'amande broyée de coco.

On constate une chute de la température lors de l'immersion et une vitesse de montée de la température qui varie en fonction de la température initiale.

A l'instant  $t$ , l'amande frite est extraite du bain à l'aide du panier, essuyée rapidement au papier filtre, puis pesée  $m_f$  et sa teneur en eau  $TE_f$  et la teneur en matière grasse  $MG_f$  sont mesurées.

Ensuite, un lot de la masse  $m_p$  est pressé tout de suite après friture. La température de l'agneau chauffant autour de la tête de la vis reste constante à 110°C. Les masses de l'huile  $m_h$  (soustraction de 4 % de la masse obtenue pour prendre en compte la masse des pieds), la masse du tourteau  $m_t$  et sa teneur en eau et en matière grasse,  $TE_t$  et  $MG_t$  sont déterminées. Le gain en matière grasse de l'amande pendant la friture par rapport au poids de l'amande fraîche,  $GMG_f$ , est exprimé en pour-cent d'après la formule suivante:

$$GMG_f [\%] = \frac{m_f \times \frac{MG_f}{100} - m_0 \times \frac{MG_0}{100}}{m_0} \times 100$$



Le taux d'extraction de l'huile de la matière frite,  $EX_f$ , se calcule d'après:

$$EX_f [\%] = \frac{\frac{mf}{mp} \times mh}{m_0} \times 100$$

Pour connaître le taux d'extraction de l'huile de l'amande fraîche,  $EX_o$ , le  $GMG_f$  est soustrait de  $EX_f$ :

$$EX_o [\%] = EX_f - GMG_f$$

(Exemple du calcul: annexe X).

### 3. Méthodes d'analyses et expression des résultats

#### 3.1. Le Bilan Matière

##### 3.1.1. La détermination de la teneur en eau

###### a) Objet

Détermination de l'humidité des produits intermédiaires apparaissant au cours de l'exploitation du procédé, c'est-à-dire: amande fraîche de noix de coco, amande déshydratée (frite) et tourteau sortant de la presse.

###### b) Principe

Détermination de la teneur en eau d'une prise d'essai broyée par dessiccation à 70°C dans une étuve sous vide, jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante.

###### c) Mode opératoire

Broyer la prise d'essai. Peser la capsule en aluminium, après l'avoir séchée 10 minutes à l'étuve et après l'avoir laissée 30 minutes dans le dessiccateur. Peser, dans une capsule en aluminium 3 g de la prise d'essai. Répartir uniformément la substance sur tout le fond de la capsule. Déposer à l'étuve sous vide à 70°C pendant 24 heures. Laisser refroidir 30 minutes dans un dessiccateur et peser.

###### d) Expression des résultats

Calculer la teneur en eau selon la formule suivante:

$$TE [\%] = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

où:

$TE$ : teneur en eau, en pour-cent;

$m_0$  est la masse, en grammes, de la capsule en aluminium

$m_1$  est la masse, en grammes, de la capsule en aluminium avec la prise d'essai, avant dessiccation

$m_2$  est la masse, en grammes, de la capsule en aluminium avec la prise d'essai après dessiccation.

Trois déterminations sont effectuées et la moyenne est tirée.

### 3.1.2. La détermination de l'extrait à l'hexane (selon: ISO 659: 1989 (F), AFNOR, 1993.)

#### a) Objet

La détermination de la matière grasse des produits, traités ou obtenus par le procédé. La teneur en huile est un facteur de qualité essentiel de la matière première. Sa détermination permet le calcul du gain en matière grasse pendant friture et la détermination de la teneur en huile résiduelle du tourteau.

#### b) Principe

Extraction d'une prise d'essai dans un appareil approprié, avec de l'hexane technique. Elimination du solvant d'extraction et pesée de l'extrait obtenu.

#### c) Mode opératoire

Environ 5 g d'échantillon de la matière humide (exactement pesés) broyés et homogénéisés sont séchés à l'étuve à 103°C pendant une heure, pour que la teneur en eau soit inférieure à 10 %. Peser, pour connaître la teneur en eau de la prise d'essai de l'extraction. Transférer l'échantillon dans une cartouche (précédemment pesée avec le tampon de coton). Pour vérifier que toute la matière est transférée, essuyer la surface de la capsule avec le tampon de coton imprégné de solvant.

Peser à 1 mg près, des ballons de 250 ml contenant chacun, un ou deux grains de pierre ponce. Remplir avec 150 ml de n-Hexane technique et monter l'appareil d'extraction (SOXHLET et réfrigérant) sur une rampe chauffante. La circulation du solvant à travers la matière est effectué pendant 5 heures.

Séparer le solvant de la matière grasse par évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif. La durée d'évaporation est d'une heure. Chasser les dernières traces du solvant en chauffant les ballons durant environ 20 min dans l'étuve sous vide réglée à 60°C. Laisser refroidir les ballons pendant 1 heure dans le dessiccateur, jusqu'à la température ambiante, et peser à 1 mg près.

#### d) Expression des résultats

La teneur en huile, exprimée en pourcentage en masse du produit tel quel, est égale à

$$MG [\%] = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

où:

$m_1$ : la somme des masses, en gramme, des extraits trouvés dans les ballons après séchage.

$m_0$ : la masse, en gramme, de la prise d'essai;

## 3.2. Les analyses de l'huile

### 3.2.1. La détermination du taux d'humidité

La détermination du taux d'humidité est effectuée de la même manière que pour celle du bilan de la matière.

La teneur en eau des huiles lauriques ne peuvent pas être mesurée selon cette méthode, si le résultat nécessite une grande précision. Ceci est dû à la teneur en matière volatiles élevée de ces huiles. Les matières volatiles disparaissent avec la chaleur et la teneur en eau mesurée est trop élevée.

### 3.2.2. La détermination des acides gras libres

#### a) Objet

Détermination des acides gras libres dans l'huile de coco. La teneur en acides gras libres est exprimée par l'acidité calculée en pourcentage de l'acide laurique.

#### b) Principe:

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvants, puis titrage des acides gras libres à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

#### c) Mode opératoire:

Prélever un échantillon selon l'indice d'acide présumé (Il est inférieure à 5 dans le cas de l'huile de coco, la masse de la prise d'essai est de 10 g.). Une précision de la pesée de 0,02 g est nécessaire. Peser l'échantillon dans une fiole conique. Dissoudre dans

\*100 ml d'un mélange oxyde diéthilique/éthanol à 96 vol.-%, mélange 1-1 en volume.

Ajouter

\*2 gouttes de phénolphtaléine (solution éthanolique)

et titrer, en agitant, avec la solution d'

\*hydroxyde de potassium à 0,1 mol par litre (entre 0,2 et 1,5 l selon l'acidité)

jusqu'à virage de l'indicateur du bleu au rose. Au point de la neutralisation des acides gras libres de l'échantillon la coloration rose de la phénolphtaléine persiste durant au moins 10 secondes.

#### d) Expression des résultats

Expression de l'acidité en pourcentage de l'acide laurique:

L'acidité est égale à

$$\frac{V \times c \times M}{1000 \times \frac{100}{m}} = \frac{V \times c \times M}{10 \times m}$$

où:

$V$ : le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée;

$c$ : la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée;

$M$ : le poids molaire, en gramme par mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (= 200);

$m$ : le poids, en gramme, de la prise d'essai.

## 4.L'application du procédé et des analyses sur le terrain en Nouvelle-Calédonie

### 4.1.La noix de coco

La noix de coco employée en Nouvelle-Calédonie provient d'Ouvéa. Il s'agit du "Géant d'Ouvéa". La récolte a été faite dans la semaine précédente par ramassage des noix tombées (noix entières).

Les poids moyens des constituants de la noix d'Ouvéa sont donnés dans tableau n°. Le poids moyen de la noix est de 50 % inférieur à celui de la noix utilisée pour les manipulations à Montpellier. Le diamètre longitudinal moyen à partir d'une bordure extérieure de l'amande à l'autre est de 10 cm, le diamètre transversal est de 6 cm (annexe X A).

La germination a été initiée chez la moitié des noix. L'embryon à l'intérieur de l'albumen a été de 0 à 10 cm de long. Son poids est de 0 g à 340 g.

La composition de l'amande fraîche est la suivante:

- teneur en eau de 45 % (plus ou moins 5 %)
- teneur en huile de 23 % (plus ou moins 5 %)

Tab. X: Les caractères du "Géant d'Ouvéa"

poids de la noix entière	980 g
poids de la noix débourrée	530 g
poids de l'amande fraîche	270 g
présence de germe/embryon	50 %

### 4.2.La préparation de l'amande

L'enlèvement de l'amande de la noix est effectué par des autochtones. La noix entière (avec la bourre) est ouverte à l'aide d'un sabre ou d'une hache d'un seul coup. Ensuite, l'amande est extraite de son enveloppe au moyen du même sabre ou d'un outil aigu (annexe I A). Elle est séparée de l'embryon. Le tégument reste autour de l'amande.

### 4.3.Le broyage

Les manipulations concernant le bilan matière ont été effectuées avec le dispositif de laboratoire décrit ci-dessus à l'exception du broyeur. Le robot-coupe CL 50 (annexe VIII) est un appareil de restauration, qui est doté d'un large éventail de disques et grilles. L'action conjuguée d'un éminceur de 5 cm et d'une grille macédoine de 5 cm x 5 cm, permet d'obtenir un lot assez homogène de particules de coco.

Le coupe-légumes en aluminium est équipé de deux goulottes, qui garantissent une précision de coupe remarquable.

Le moteur (220 V/50 Hz) permet une vitesse de rotation de disque de 375 tr/min.

### 4.4.Bilan de matière

Les analyses du taux d'humidité et de la teneur en matière grasse (extrait à l'éther de pétrole) ont été effectuées par le Laboratoire d'analyses des aliments du bétail à Port Laguerre, Nouvelle-Calédonie.

## 4.5.L'huile

### 4.5.1. Détermination de l'acidité

L'acidité est déterminée par le laboratoire du CIRAD, Montpellier selon le même protocole que en 3.2.2.

### 4.5.2.Détermination de la Composition en acides gras

#### a) Objet

La détermination de la composition en acides gras montre les rapports entre les différents acides gras.

#### b) Principe

Les acides gras sont transformés en esters méthyliques et leur teneur en acides gras est déterminée par chromatographie en phase gazeuse.

#### c) Mode opératoire

Préparer les esters méthyliques selon le protocole suivant: ajouter dans un ballon contenant environ 50 mg de matière grasse

\*5 ml de méthylate de sodium (1 % de sodium dans un mélange méthanol/benzène (70:30) + phénolphtaléine)

et un régulateur d'ébullition. Porter l'ensemble 10 minutes à reflux. Verser environ

15 ml de méthanol chlorhydrique (chlorure d'acétyle/méthanol, 2/5, v/v)

jusqu'à décoloration. Maintenir l'ébullition pendant 10 minutes. Après refroidissement, ajouter

\*10 ml d'eau et

\*2 ml d'hexane.

Après décantation, prélever la phase hexanique et l'analyser en chromatographie en phase gazeuse (CPG) sur un appareil Carlo Erba GC 6000 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme et relié à un intégrateur Merck D 2000. La séparation des esters méthyliques s'effectue sur une colonne DB Wax (J&W) de longueur 30 m, de diamètre interne 0,325 mm et épaisseur de film 0,25  $\mu$ m.

Les conditions expérimentales sont les suivantes:

températures:

➡ injecteur diviseur: 250°C

détecteur: 250°C.

gaz vecteur: hélium - débit 1 ml/min, pression 1 bar.

rapport division: 1/50.

#### d) Expression des résultats

Les teneur en acides gras sont calculées à partir des différentes surfaces des acides gras sur la colonne.



1. Au niveau du procédé

1.1. Le produit intermédiaire - l'amande frite

Le conditionnement de l'amande fraîche au pressage est effectué par friture. Une teneur en eau proche de 5 % est souhaitée pour le pressage. La variation des différents paramètres influence fortement la nature de l'amande frite. Le taux d'extraction et la teneur en huile résiduelle dans le tourteau en dépendent également.

L'objectif des manipulations est de connaître les conditions de friture, en vue d'obtenir le meilleur taux d'extraction en gardant les aspects qualitatifs du produit fini. Les paramètres les plus influents sont la température du bain de friture et le temps de cuisson.

Pour la friture cinq température différentes ont été choisies:

110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C.

Une quantité de 300 grammes d'amande fraîche est immergée dans 2 litres (1,8 kg) d'huile raffinée de coprah (rapport massique de coco/huile de 1/6).

Après 20 minutes, un prélèvement de 30 grammes (environ) a lieu. Après 30 minutes, toute l'amande frite est enlevée, sauf une quantité de 30 grammes environ, qui séjournent encore 10 minutes (40 minutes en tout). dans l'huile.

Les différentes teneurs en eau et les teneurs en matière grasse qui en résultent sont montrées dans les Fig. 5 et 6:

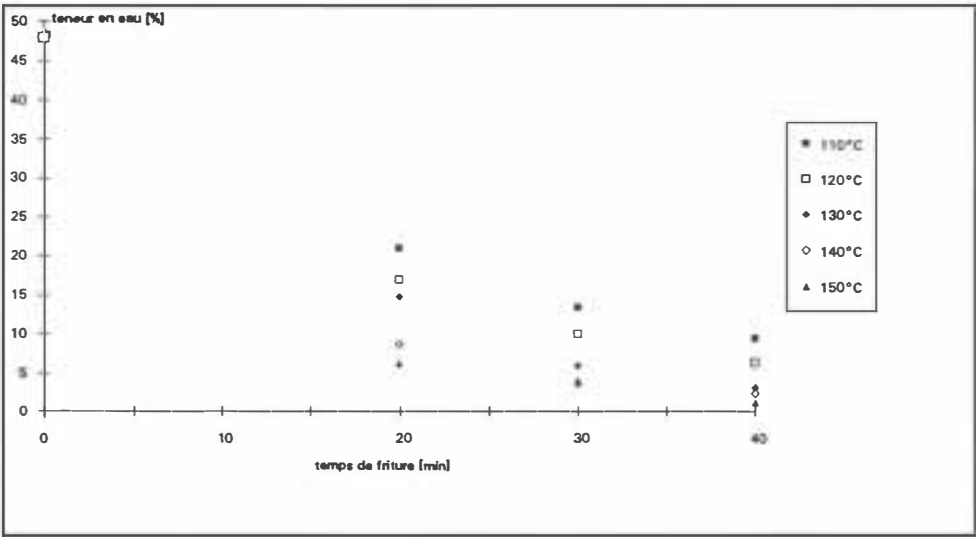


Fig. 5: Teneur en eau de l'amande frite en fonction du temps et de la température de la friture.

Plus de 50 % de l'eau sont évaporés pendant les premiers 20 minutes. La teneur en eau de proche de 5 % est atteinte après une friture de 20 minutes à 150°C, de 30 minutes à 140°C et à 130°C, de 40 minutes à 120°C.

Le gain en matière grasse diminue au cours de la friture. Une augmentation de la température entraîne une augmentation d'absorption totale de matière grasse, mais une diminution d'absorption relative.

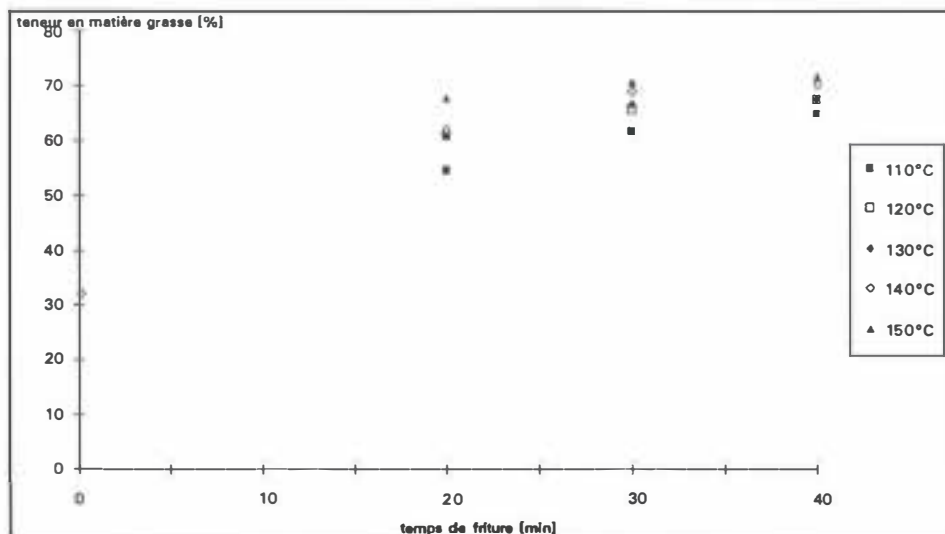


Fig. 6: Teneur en matière grasse en fonction du temps et de la température de la friture.

L'augmentation de la teneur en matière grasse, en fonction de la température et en gardant le temps constant à 30 minutes, est de 9 % (de 61,72 % à 70,66 %). Cependant, la teneur en eau diminue de 9% (de 13,37 % à 4 %).

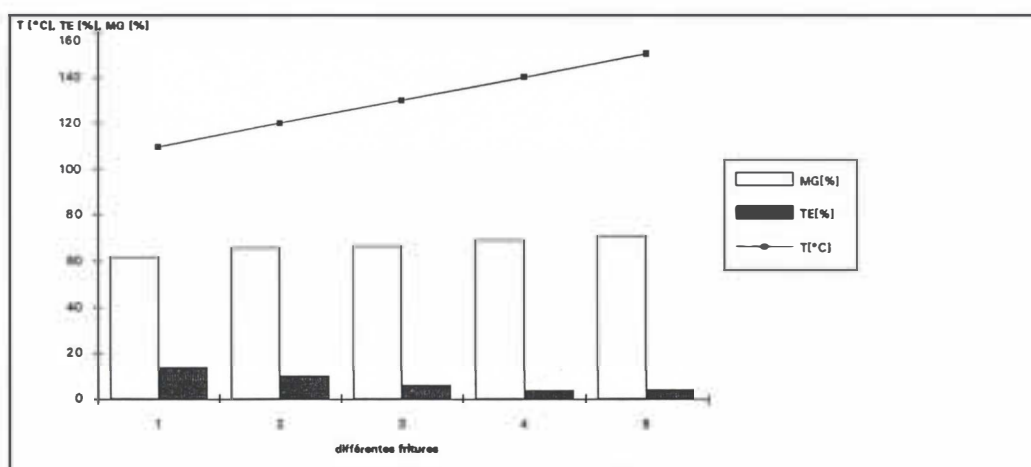


Fig. 7: Teneur en eau et teneur en matière grasse de l'amande frite pendant 30 minutes en fonction de la température de la friture.

Outre la diminution de la teneur en eau et l'augmentation de la teneur en matière grasse, la modification de la structure et de la couleur est observée pendant la friture:

La couleur est plus foncée pour l'amande frite à des températures élevées. Les substances colorantes sont extraites avec l'huile et elles se retrouvent dans le produit fini.

On constate la formation d'une croûte, dont la dureté augmente avec l'augmentation de la température.

Au cours de la friture à 110°C et à 120°C pendant 30 minutes on constate une faible formation de croûte et une surface humide. La couleur est claire.

La friture à la température de 130°C permet d'obtenir un produit avec une surface solide et dorée.

Pendant la friture à 140°C et à 150°C (pendant 30 minutes), on constate la formation d'une croûte dure et foncée.

## 1.2. Au cours du pressage

Les conditions de la compression dans la presse reste constante pour les différentes matières frites. Comme système d'obstruction à la sortie de la cage, la filière de 5 mm est utilisée.

Selon sa teneur en eau et sa surface (dureté de la croûte, humidité et quantité en huile sur la surface) l'amande frite se comporte différemment pendant le pressage:

L'alimentation de la presse est difficile et le temps du pressage long (débit de 400 à 500 g de matière frite par heure). La puissance nécessaire pour mouvoir la presse est faible.

La surface de l'amande frite à 130°C (toujours pendant 30 minutes), permet une bonne alimentation de la presse. Le débit est de 600 g d'amande frite par heure.

Elle permet une bonne alimentation de la presse, mais elle constitue une résistance à la sortie du tourteau. La puissance nécessaire pour assurer l'extraction est plus élevée.

## 1.3. Le résidu du procédé - le tourteau

Fig. montre les différentes teneurs en huile résiduelle des tourteaux.

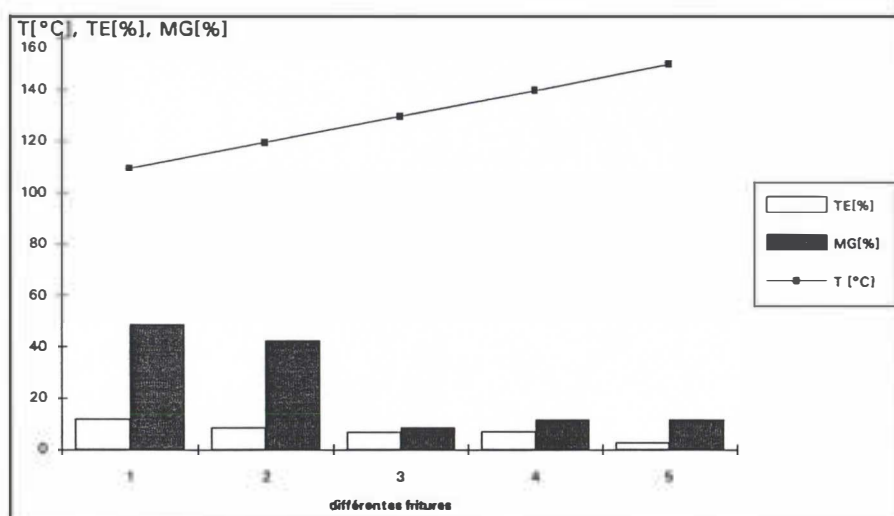


Fig. 8: Teneur en huile résiduelle du tourteau de pression à partir d'une amande frite pendant 30 minutes en fonction des différentes températures.

La teneur en eau des tourteaux diminue avec la diminution de la teneur en eau de l'amande frite utilisée pour le pressage. On constate que la teneur en huile résiduelle de tourteau diminue avec l'augmentation de la température du bain de friture jusqu'à une température de 130°C. Cependant, si on dépasse cette température, l'extraction est moins efficace et la teneur en huile résiduelle plus élevée.

La Fig. 9 montre ces caractéristiques en comparant la matière grasse des différents produits:

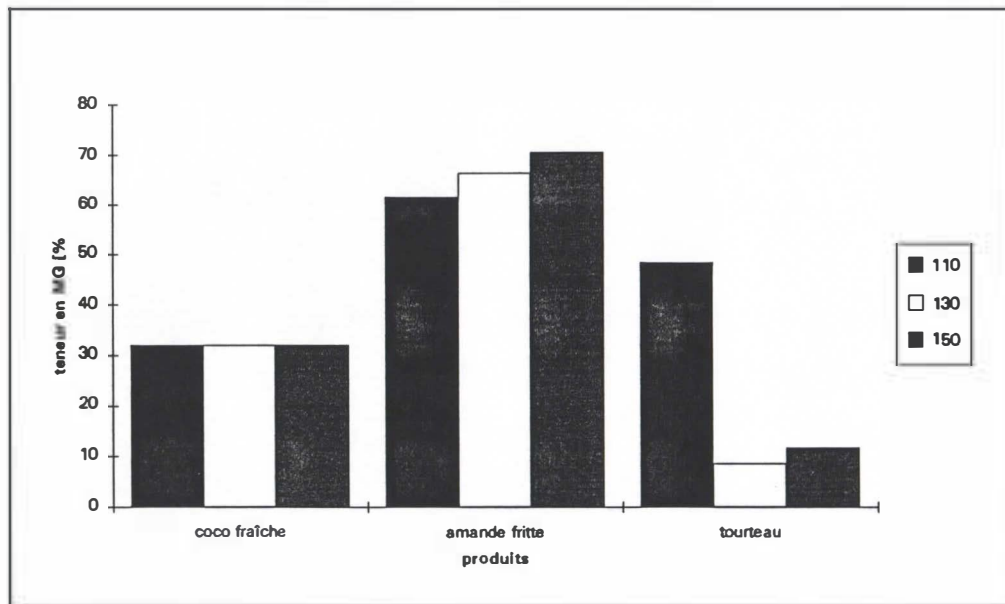


Fig. 9: La teneur en matière grasse des différents produits du procédé (friture pendant 30 minutes à 110°C, 130°C et 150°C).

Ces caractéristiques sont propres à l'extraction de l'huile de coco avec la presse KOMET CA 59 1H.

#### 1.4. Application en Nouvelle-Calédonie

Les conditions du procédé appliquées en Nouvelle-Calédonie ont été choisies selon la teneur en eau souhaitée proche de 5 % et selon la structure de l'amande frite causée par l'influence des paramètres. Les conditions ont été les suivantes:

1. T = 130°C, t = 30 min.
2. T = 130°C, t = 40 min.
3. T = 140°C, t = 25 min.
4. T = 140°C, T = 30 min.

Pour le pression, la filière avec une ouverture de 5 mm a été utilisée.

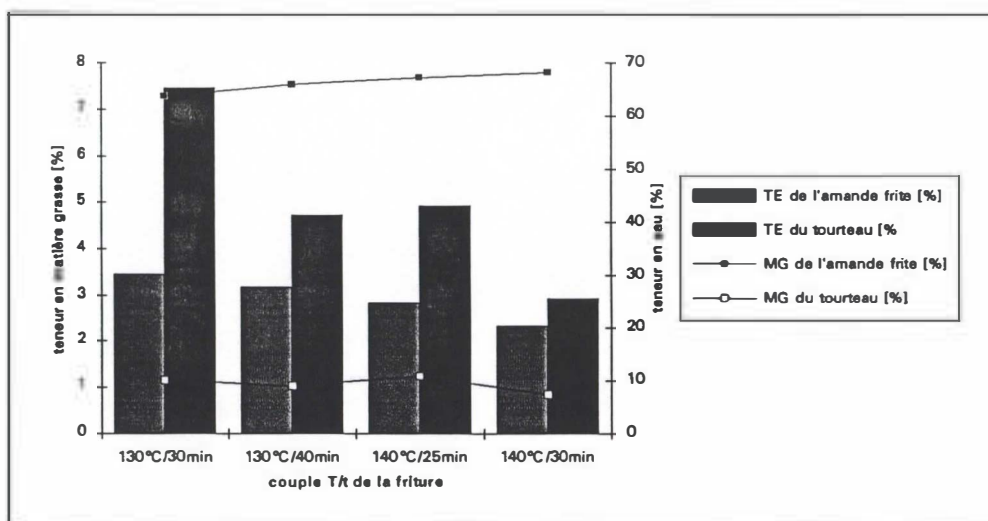


Fig. 10: Teneur en eau et en matière grasse de l'amande frite et du tourteau.

La matière première de la Nouvelle-Calédonie a une teneur en eau de 3 % plus faible que la matière première utilisée en France. Le temps de diminution de la teneur en eau est réduit. Ceci explique la différence de la teneur en eau de la matière frite de 2 à 3 %. Cette différence diminue avec l'augmentation de la température et de la durée de la cuisson.

En raison de la teneur en matière grasse faible (23 %) de la matière première, la teneur en matière grasse de l'amande frite est de 2 % environ inférieure en Nouvelle-Calédonie.

### 1.5. Le taux d'extraction

Le taux d'extraction n'est calculé que pour les manipulations effectuées en Nouvelle-Calédonie (selon des conditions décrites en 1.) .

Au niveau du laboratoire, le calcul du taux d'extraction du procédé du séchage-friture pose des problèmes.

Dans les petites unités, la quantité de l'huile de la friteuse est maintenue. La quantité de l'huile de la friture, qui sort avec l'huile extraite est rajoutée après. La quantité d'huile, qui est produite, est celle, qui peut sortir de l'unité.

Au niveau laboratoire, une manipulation est effectuée. La fabrication est effectuée avec une masse faible de l'amande et pendant un temps limité et court. On constate des inexactitudes vis-à-vis le calcul à des différents niveaux:

- la presse ne se vide pas complètement

La masse qui reste dans la presse contient encore de la matière grasse. L'huile de la surface sera sortie; il reste l'huile d'origine de l'amande.

- la quantité des particules solides est variable
- il reste de l'huile des manipulations exécutées auparavant dans la presse

Le taux d'extraction calculé dans des conditions laboratoires peut diverger du taux d'extraction réel d'une unité villageoise.



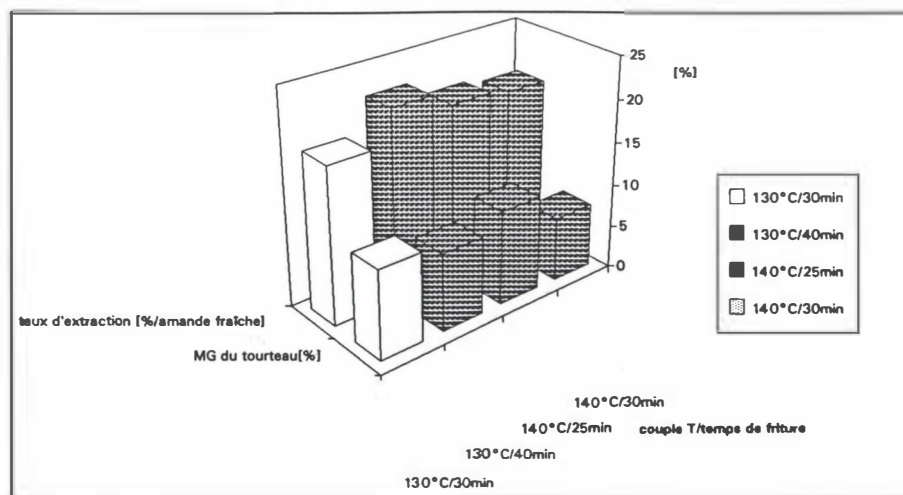


Fig. 11: Comparaison entre le taux d'extraction calculé et la teneur en huile résiduelle du tourteau.

Il faut prendre en considération, que la compression sur les différentes amandes frites a variée. La filière n'a pas été changée. Cependant, la puissance pour l'opération a été due augmentée (de 1 à 4) afin d'assurer le passage à travers la presse. Cette nécessité dépend des caractères de la presse.

Le meilleur taux d'extraction est constaté pour l'amande, frite à 130°C pendant 40 minutes (21,96 %). Ceci correspond à un rendement en huile de 95,56 %. La teneur en eau de l'amande frite est de 3,17 %, la teneur en huile résiduelle du tourteau est de 8,94 % (les données sont montrées en annexe n°).

La plus faible teneur en huile résiduelle est observée pour le tourteau, obtenu par pression de l'amande frite à 140°C pendant 30 minutes. En raison de la croûte dure de cette matière, sa compression a été la plus élevée.

## 2. Au niveau de la qualité

### 2.1. Composition des acides gras de l'huile de coco

La composition en acides gras de l'huile est soumise à des modification au cours du procédé de la fabrication de l'huile par séchage-friture. Pendant la friture, l'isomérisation des acides gras à chaînes courtes entraînent le développement des acides insaturés. Leur création influence le potentiel de la conservation, car ils s'oxydent facilement. Ceci provoque le rancissement de l'huile.

Les huiles de coco examinées sont les suivantes:

- huile fabriquée par séchage-friture à partir du "Géant d'Ouvéa" en Nouvelle-Calédonie avec les couples température/temps de
  - 130°C/30 minutes (1)
  - 130°C/40 minutes (2)
  - 140°C/25 minutes (3)
  - 140°C 30 minutes (4)
- huile fabriquée par séchage-friture de l'application du procédé à moyenne échelle à Ouvéa
- huile brute de coprah de l'huilerie d'Ouvéa
- huile de coprah raffinée

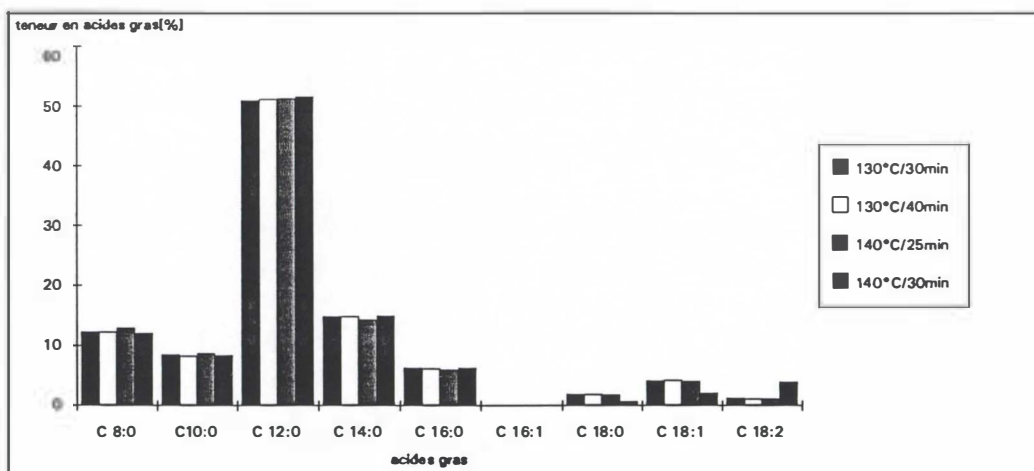


Fig. 12: Comparaison de la composition en acides gras des huiles de coco fabriquée par des différentes couples temps/température avec le dispositif du laboratoire.

La différence remarquable entre les huiles de coco se trouve au niveau des acides gras insaturées.

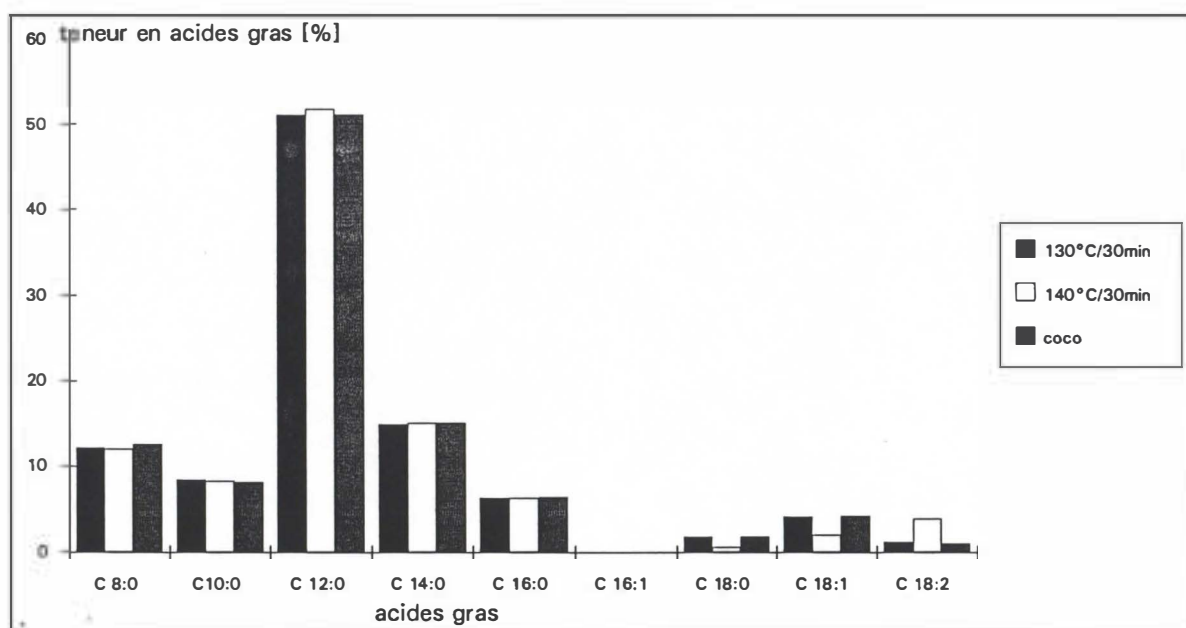


Fig. 13: La composition d'acides gras de l'huile de coco fabriquée par séchage-friture.

La composition des acides gras de l'huile de coco d'Ouvéa correspond avec l'huile fabriquée par séchage-friture pendant 30 minutes à une température de 130°C.

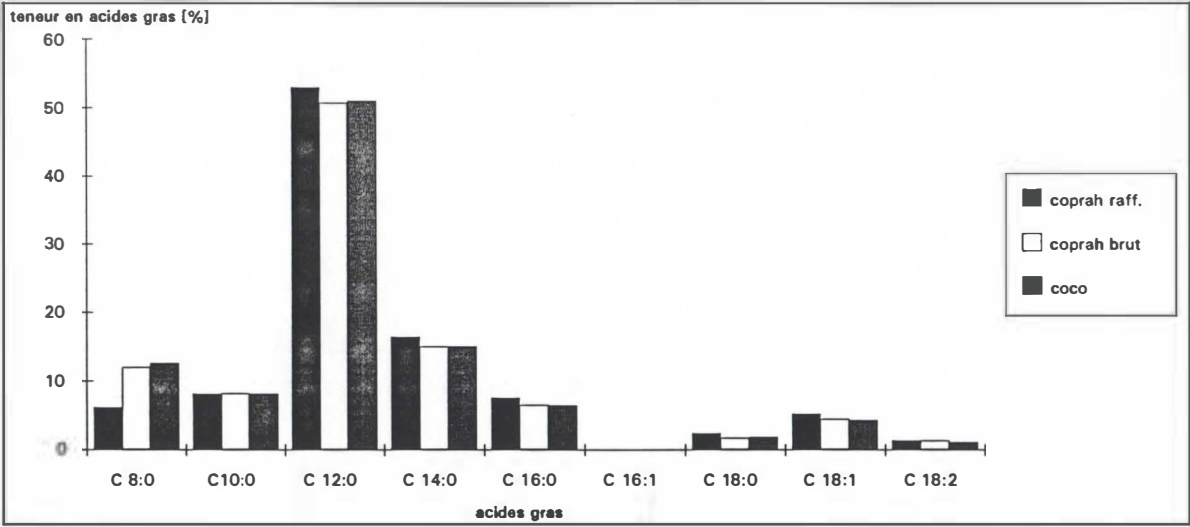


Fig. 14: La composition de l'huile de coco, l'huile de coprah brute et l'huile de coprah raffinée.

L'huile de coprah brute possède quasiment la même composition en acides gras que l'huile de coco fabriquée par séchage-friture. On constate une faible différence au niveau de l'acide caprylique (plus faible pour l'huile brute de coprah) et au niveau de l'acide oléique et linoléique (plus faibles pour l'huile de coco). Ceci montre, que le traitement classique provoque une isomérisation et une polymérisation des acides gras à chaîne courte en acides gras insaturés plus fortes que le procédé de séchage-friture. Sous l'influence du raffinage, on constate également cette modification.

La figure 15 met en évidence, que la teneur en acide oléique la plus élevée se trouve dans l'huile de coprah raffinée, suivie de l'huile de coprah brute. Elle est très faible pour l'huile fabriquée par séchage-friture à une température pendant 30 minutes. Dans celle-ci, cependant, on constate la teneur en acide linoléique la plus élevée, dont la stabilité chimique est encore moins faible. L'huile de coco présente la teneur en acide linoléique la plus faible.

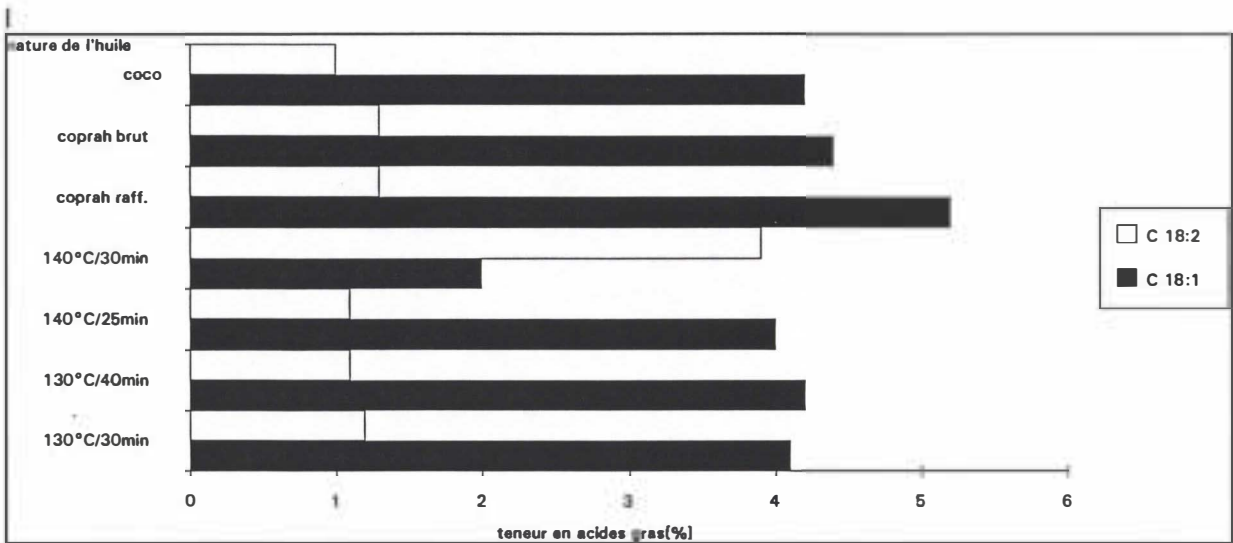


Fig. 15: La teneur en acides gras insaturés des différentes huiles.

Le potentiel de conservation au niveau d'oxydation vis-à-vis des acides gras insaturés est le plus grand pour l'huile de coco et on constate, que la friture influence l'huile moins violemment que le traitement classique.

## 2.2. Teneur en eau et l'acidité libre de l'huile

La détermination de la teneur en eau est importante pour assurer la conservation de l'huile. Elle doit être inférieure à 1 %. La présence de l'eau favorise l'altération de l'huile. La teneur en acides gras libres inférieure à 1 % est obligatoire pour une huile alimentaire.

La teneur en eau de l'huile fabriquée par friture, est de 0,1 %.

L'acidité de l'huile extraite de l'amande frite à 130 °C pendant 20 minutes et pendant 30 minutes et de 0,15 % et de 0,20 %.

Ces valeurs se retrouvent pour les huiles fabriquées en Nouvelle-Calédonie (Fig.):

Les analyses de la teneur en acides gras libres de l'huile fabriquée en Nouvelle-Calédonie montrent, que l'huile, fabriquée avec le dispositif du laboratoire, est pour les huiles n° 1, 2, et 3 également faible (0,2 %), pour l'huile n°4 on constate une acidité légèrement plus élevée. L'acidité de l'huile de coco est trois fois plus élevée. et elle est la moitié de l'acidité de l'huile de coprah brute. Il n'y a que 0,02 % d'acides gras libres dans l'huile de coprah raffinée.

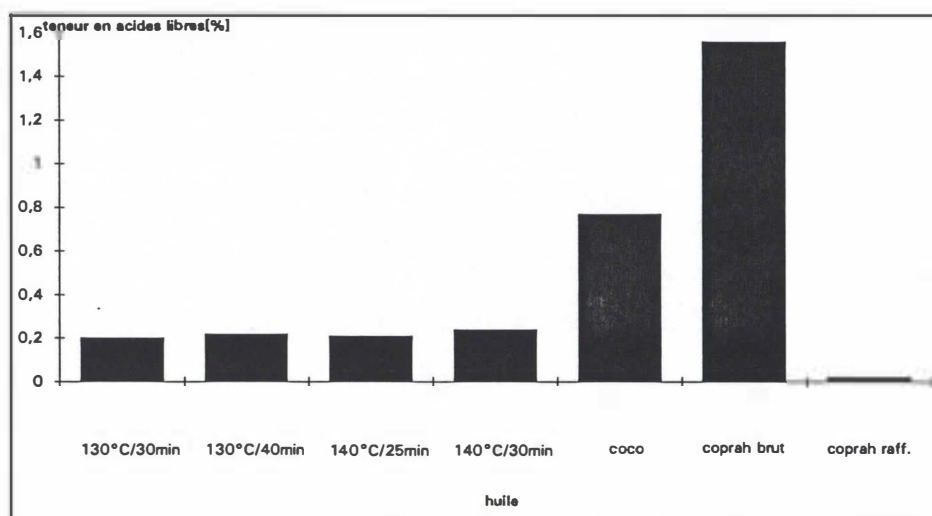


Fig. 16: La teneur en acides gras libres dans des différentes huiles.

La teneur en acides gras libres de l'huile de 0,2 % pour les huiles fabriquées par séchage-friture satisfait les revendications d'une huile alimentaire. On constate, que l'acidité ne varie pas considérablement en fonction du couple température/temps de la friture.

L'acidité de l'huile de coco fabriquée à Ouvéa peut avoir augmentée pendant les deux mois passés entre la prise d'échantillon et l'analyse. Ceci est probable en raison de la présence d'une quantité considérable des fines particules organiques (pieds). Ces dernières peuvent entraîner l'hydrolyse des glycérides et créer des acides gras libres.

L'acidité élevée de l'huile brute de coprah (filtrée), est le résultat de l'hydrolyse au niveau du coprah.

Les acides gras libres de l'huile de coprah raffinée sont éliminés par la neutralisation.

## Conclusion

Le travail réalisé pendant ce stage est une nouvelle étape sur l'étude du procédé de la fabrication de l'huile de coco par séchage-friture et sur la qualité du produit fini, l'huile de coco.

La durée de transformation est courte, car ce procédé permet de conditionner l'amande fraîche de coco rapidement au pressage. Avec un dispositif simple, une huile alimentaire et un tourteau de haute qualité peuvent être fabriqués.

Les caractéristiques de l'amande frite influence le taux d'extraction, le comportement au cours du pressage et la qualité de l'huile et du tourteau.

Les manipulations avec la noix de coco d'Ouvéa permet d'obtenir un taux d'extraction de 21,96 %, ce qui correspond à un rendement d'extraction de 95,56 %. La teneur en huile résiduelle descend jusqu'à 8 %. Ceci est comparable avec le rendement d'extraction à partir du coprah. A condition de pouvoir acquérir ce résultat à échelle industrielle, l'application du procédé semble économiquement viable.

L'application du procédé à moyenne échelle est possible (annexe XII) et exige des modifications d'une huilerie seulement au niveau des unités de cuisson.

Le rendement cité a été obtenu par pressage de l'amande frite à 130°C pendant 40 minutes. Il semble possible, d'obtenir le rendement comparable pour le couple température /temps de la friture de 130°C/30 minutes, en augmentant la pression.

Pour assurer une bonne alimentation et le passage à la presse, une surface sèche et pas trop dure et des particules de 5 mm de chaque côté ont été nécessaires. Ceci semble spécifique à la presse KOMET, utilisée pour les manipulations.

Au niveau de la composition en acides gras, l'huile de coco fabriquée par séchage-friture peut avoir la même qualité que l'huile brute de coprah. Pour garder la bonne qualité de l'huile, il est important de ne pas dépasser un seuil. Un traitement de cuisson à 140°C pendant 30 minutes entraîne la modification de la composition en acides gras. Le développement des acides gras insaturés a lieu. Ceux-ci peuvent être transformés en composés aromatiques, qui constituent un danger à la santé humaine. Les acides gras insaturés s'oxyde facilement et provoque un rancissement de l'huile.

La teneur en eau de 0,1 % et la teneur en acides gras libres de 0,2 % permet la consommation de l'huile directement après la fabrication. Elle assure également une bonne conservation de l'huile.

Le taux d'extraction satisfaisant et l'assurance d'obtenir une huile alimentaire de qualité permet l'implantation d'une unité d'extraction d'huile à Ouvéa.



## Références bibliographiques

ALLEN H., 1991. La presse Bielenberg. *Oléagineux*, 46, 70-77.

BECKERICH I., 1993. Le procédé de séchage-friture- Application à la noix de coco. Document CIRAD, ref. CP-27.

BELITZ H.-D., GROSCH W., 1992. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 4. überarb. Auflage.

BERGER K.-G., 1984. La pratique de la friture. In: Technologie PORIM (Palm Oil Research of Malaysia), 9, 2-57.

BLUMENTHAL M.-M. et STIER R.-F., 1991. Optimization of deep-fat frying opérations. IN: Trends in food science & technology. Elsevier science publishers ltd (UK), 144-148, Piscataway.

BOSKOU D., 1988. Stability of frying oils. In: Principles, changes, new approaches. 175-181. Ellis Horwood International Publishers (E.H.I.P.) in science and technology, Chicester.

BOUTIN, D., 1990. Huileries de coco villageoises, Utilisation de l'amande fraîche. *Oléagineux*, 7, 328-329, Conseils de l'IRHO-310.

BOUTIN, D., 1992. Huile de coco villageoise - Un procédé peu coûteux venu d'Extrême-Orient. La transformation des oléagineux, Bulletin du réseau transformation des produits agricoles et alimentaires, n° 5, Paris.

BROABENT J.H., 1991. Low cost methodes of vegetable oil extraction for rural areas. *Oléagineux*, 4, 385-388.

Collectif, 1992. Atlas de la Nouvelle-Calédonie. Editions du Cagou, deuxième édition et réactualisation, Nouméa.

CHERRIER L., 1991. Etude de faisabilité d'une implantation industrielle de transformation de la noix de coco à Ouvéa, première partie: étude technologique. Etude réalisée par la S.C.T.O. à la demande de l'E.R.P.A., Nouméa.

DANFLOUS J.P., 1993. Mini huilerie en container installée à Ouvéa. Documentation du CIRAD, Département Technologie Rurale, Port Laguerre, Nouvelle-Calédonie.

DANFLOUS J.P., 1993. Mise en place d'un pilote de transformation d'huile alimentaire par friture séchage sur Ouvéa. Documentation du CIRAD, Département Technologie Rurale, Port Laguerre, Nouvelle-Calédonie.

DUMAS J.-C., 1992. Technologies de transformation de la noix de coco adaptable à Ouvéa. Etude réalisée à la demande de l'E.R.P.A., CIRAD-SAR N° 1992/13, Montpellier.

FRANKE, W., 1989. Nutzpflanzenkunde. 3. Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart.

GALL K.L., OTWELL W.S., KOBURGER J.A. and APPELDORF H., 1983. Effects of four cooking methods on the proximate mineral and fatty acid composition of fish fillets, *J. Food Sci.*, **48**, 1068.

GRAILLE J., 1993. Usages alimentaires et oléochimiques du complexe laurique. *Oléagineux*, **48**, 515-525.

GRIMAUD P., 1991. L'intérêt du tourteau de coprah en alimentation animale. Document du CIRAD-EMVT, Port Laguerre, Nouvelle-Calédonie.

GRIMWOOD Brian E., Rome, 1976. Les produits du cocotier, leur traitement dans les pays en développement. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

GUTIERREZ R., GONZALEZ-QUIJANO, DOBARGANNES, M.-C., 1988. Analytical procedures for evaluation of used frying fats. In: frying of food: principles, changes, new approaches, 141-154. Ellis Horwood International Publishers (E.H.I.P.) in science and technology, Chicester.

HAMMONDS, T. W., HARRIS, R. V. and HEAD, S. W., 1991. The influence of moisture content on the extraction of oil from fresh, grated coconut. *Tropical science*, **31**, 73-81.

HERRENSCHMIDT J.-B., 1994. Les Projets de Développement Privés aux Iles Loyauté depuis 1988, problèmes et propositions méthodologiques. Mémoire de D.E.A. "Géographie et Pratique du développement dans le Tiers-Monde", Paris X - Nanterre.

KOZEMPEL M.-F., TOMASULA P.-M., CRAIG J.-C., 1991. Correlation of moisture and oil concentration in french fries. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, **24**, 445-448.

LAMBERG I., HALLSTRÖM B., OISSON H., 1990. Fat uptake in potato drying/frying process. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, **23**, 295-300.

Manuel des Corps Gras, 1992. Edité par A. KARLESKIND, Publié par Techniques et Documentations Lavoisier, Paris. ROGNON F., WUIDART W., Coprah - Palmiste. Tome I, Ch. III, 192-202.

MAKINSON J.-H., GREENFIELD H., WONG L.-M., WEISS R.-B.-H., 1987. Fat uptake during deep-fat frying of coated and uncoated foods. *Journal of food composition and analysis*, **1**, 93-101.

MARTY G., 1984. Le four à coprah à air chaude. *Oléagineux*, **39**, **7**, 369-371.

MATISSEK R., SCHNEPEL F.-M., STEINER G., 1992. Lebensmittelanalytik, Grundzüge Methoden Anwendungen. Zweite, korrigierte Auflage, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.

MENSIER P.-H., 1957. Dictionnaire des huiles végétales. Editions Paul Lechevalier, 173-179, Paris.

MOREAU, C., 1974. Moisissures toxiques dans l'alimentation. Masson et Cie Editeurs, Paris.

MOREIRAS-VARELA O., RUIZ-ROSO B. and VARELA G., 1988. Effects of frying on the nutritive value of food. IN: frying of food: principales, changes, new approches, 93-102, E.H.I.P. in science and technology, Chiester.

MORTON I.-D., CHIDLEY J.-E., 1988. Methods and equipments in frying. IN: frying of food: principes, changes, new approches, 37-51, E.H.I.P. in science and technology, Chiester.

OZENNE C., 1993. Biofaçonnement de la matière grasse laitière. Thèse présentée à l'Université de Montpellier II sciences et techniques du Languedoc.

PADOLINA W.G., LUCAS L.Z., TORRES L.G., 1987. Chemical and physical properties of coconut oil. *Philippine journal of coconut studies*, 12, 4-15.

PIMONT Y., 1994. Les territoires d'Outre-Mer. Presse universitaire de France, Paris.

RALUY A., 1990. La Nouvelle Calédonie. Editions KARTHALA, Paris

RANAIVOARISON L.H., 1993. Application du procédé de friture au séchage d'amande de noix de coco. Mémoire de D.E.A. présenté à l'E.N.S.I.A., Massy (Paris).

Rapport annuelle 1992. Nouméa, Emission d'outre-Mer.

Recensement Général de l'Agriculture (RGA) 1991 en Nouvelle-Calédonie, Nouméa, 1993. Institut Territorial de la Statistique et des Etudes Economiques (ITSEE), Notes et Documents N° 68.

Recensement Générale Agricole (RGA) 1991 "L'Agriculture en tribu", Nouméa Sept. 1993, ITSEE, Tome 2, Notes et Documents n°69.

Recensement de la population de Nouvelle-Calédonie 1989 "Inventaire communal", Nouméa nov. 1990. ITSEE, Notes et Documents n° 60.

Recueil de normes françaises, 1993. Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivées. Normes AFNOR, 5. édition, Paris.

ROUZIÈRE A., 1994. Quelles technologies le CIRAD peut-il proposer pour redynamiser la filière cocotier? *Oléagineux*, 49, 115-124.

SWERN D., 1964. Composition and caractéristiques of individual oil and fat products. Intersciences, New York London Sydney.

TAFFIN G. de , 1993. Le cocotier, Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve & Larose - ACCT, Paris.

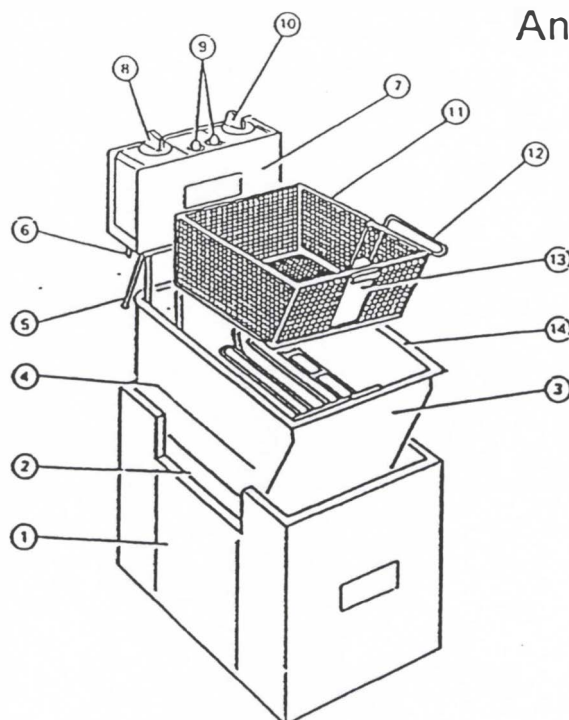
TAFFIN G. de, NOEL J. M., RIBIER V., 1993. Rapport de mission Vanuatu - évaluation du secteur cocotier. CIRAD-Doc. N°. 33.

THIEME J.G., 1968. L'Industrie de l'Huile de Coco. Publication FAO, Rome.

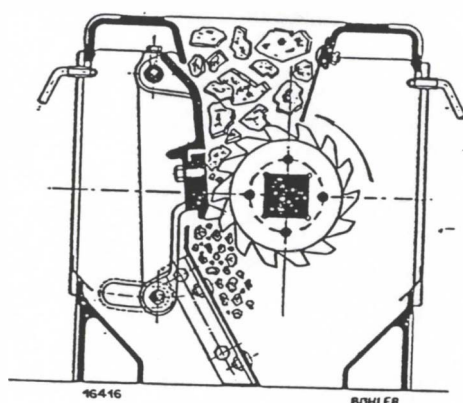
ZAKHIA N., 1992. Le séchage de poisson (*Tilapia spp.*); Etude de la relation procédé-qualité du produit application de terrain au Mali. Thèse à l'Université de Paris VII, XI et E.N.S.I.A..

et LE NOUVEAU PETIT ROBERT - dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française, sous la direction de REY-DEBOVE J. et REY A., 1993. Dictionnaires Le Robert, Paris,

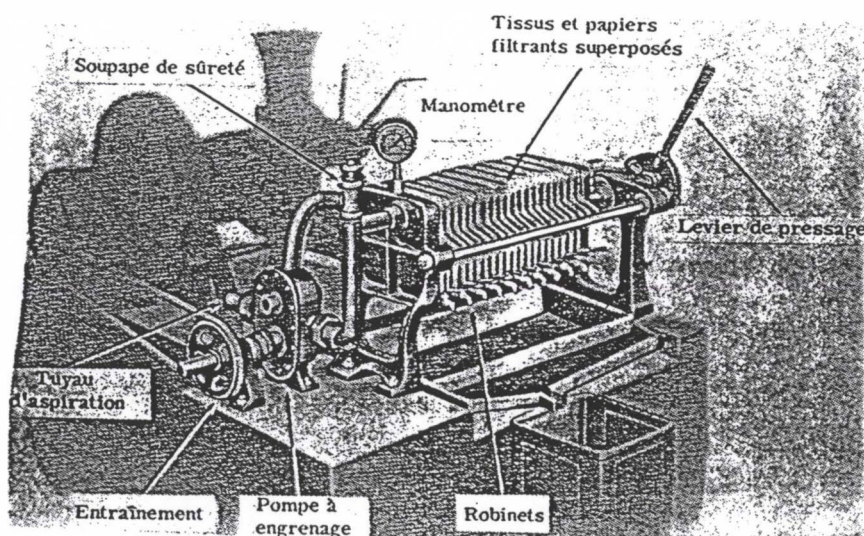
qui m'a rendu un véritable service!!



1. Stainless steel body.  
2. Side handles.  
3. Stainless steel removable pan.  
4. Oil level indicator.  
5. Mains cable.  
6. Thermostat safety reset button.  
7. Removable element control panel.  
8. Mains switch.  
9. Indicator lights.  
10. Thermostat.  
11. Basket.  
12. Basket handle.  
13. Basket rest.  
14. Stainless steel element.



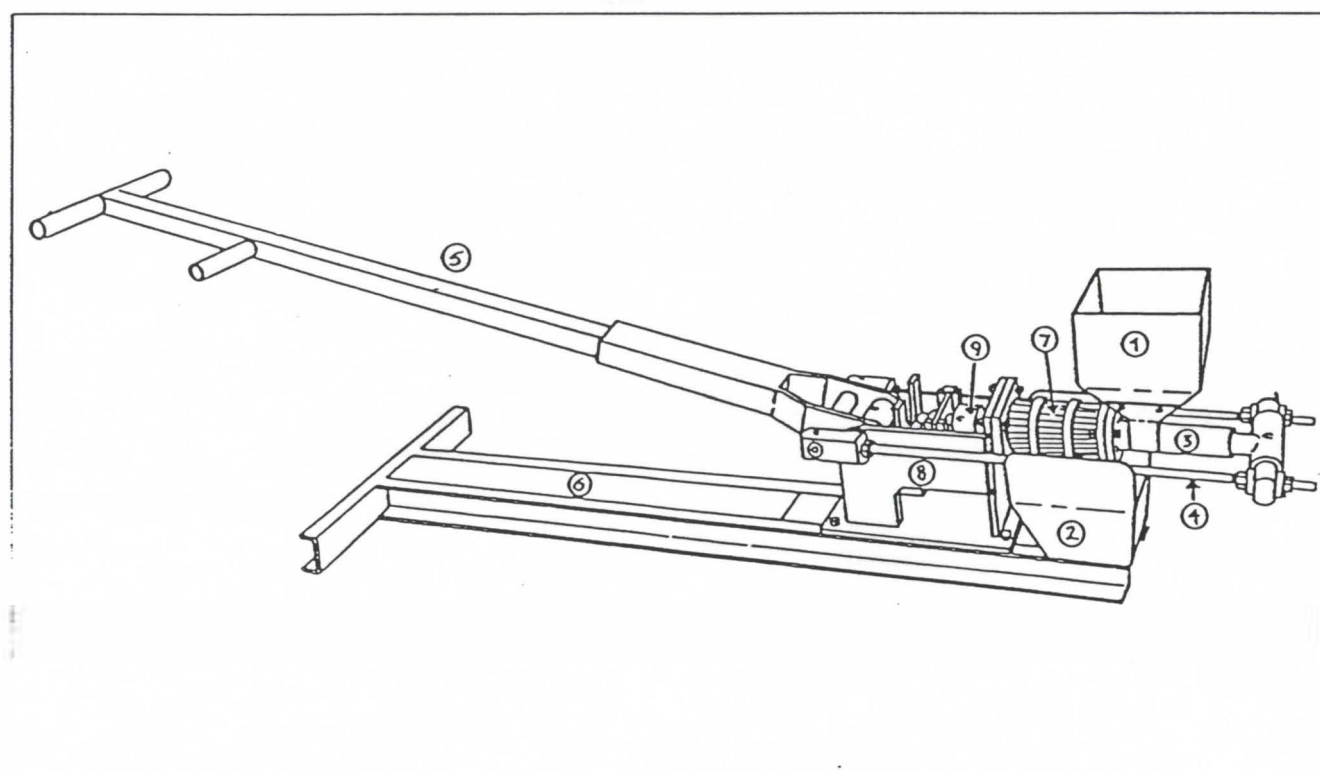
D



A.: Gouge; B.: Broyeur à marteaux; C.: Friteuse; D.: Filtre-presse.



**Résumé.** — Inventée par Carl Bielenberg en 1986, la presse Bielenberg a été conçue pour traiter la majorité des graines oléagineuses à petite échelle (15 à 30 kg/heure). CARE, qui a développé un modèle de la presse Bielenberg au Kenya, a édité un manuel qui se décompose en deux parties : information générale, conduite et entretien de la presse d'une part et construction de la presse d'autre part. Conçue pour pouvoir être fabriquée dans les pays producteurs avec le minimum de machines outils, la presse, particulièrement simple, robuste et fiable, ne nécessite que peu d'entretien et représente un faible investissement. Toutes les opérations nécessaires à la bonne exploitation de la presse, achat, nettoyage et stockage des graines, préparation des graines, démarrage, réglage et conduite de la presse, filtration et décantation de l'huile destinée à la consommation directe, sont décrites dans le détail. La qualité des huiles produites est excellente car il s'agit d'une "pressée à froid" et les rendements d'extraction satisfaisants. Sous réserve que l'on puisse garantir un approvisionnement en graine suffisant et vendre l'huile à proximité du lieu de production, la presse Bielenberg est un investissement rentable qui répond parfaitement au problème de "la trituration des graines oléagineuses à petite échelle sur les lieux de production".



Vue d'ensemble de la presse

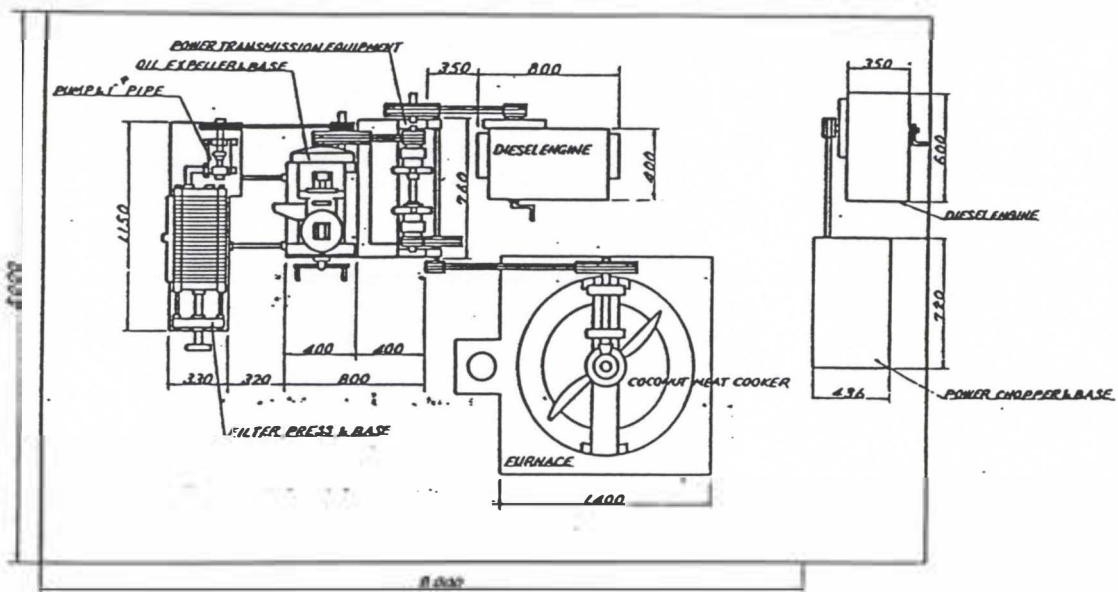
- 1) Trémie à graines
- 2) Réceptacle à huile
- 3) Cylindre et piston
- 4) Tirants

- 5) Levier démontable
- 6) Charpente support
- 7) Cage
- 8) Bâti
- 9) Contre pression

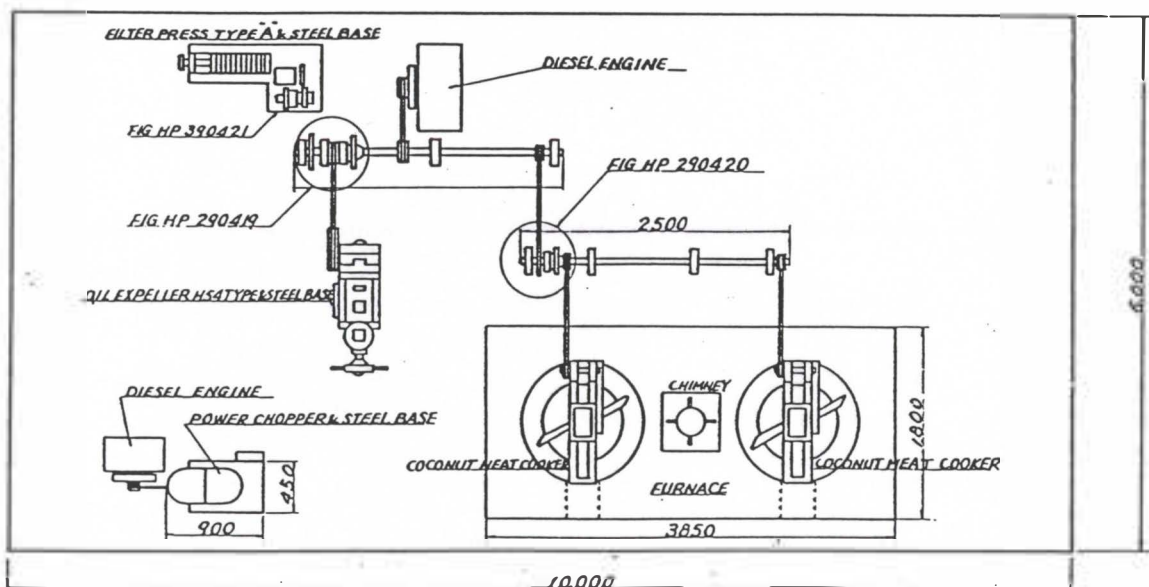
La presse Bielenberg (ALLEN, 1991)



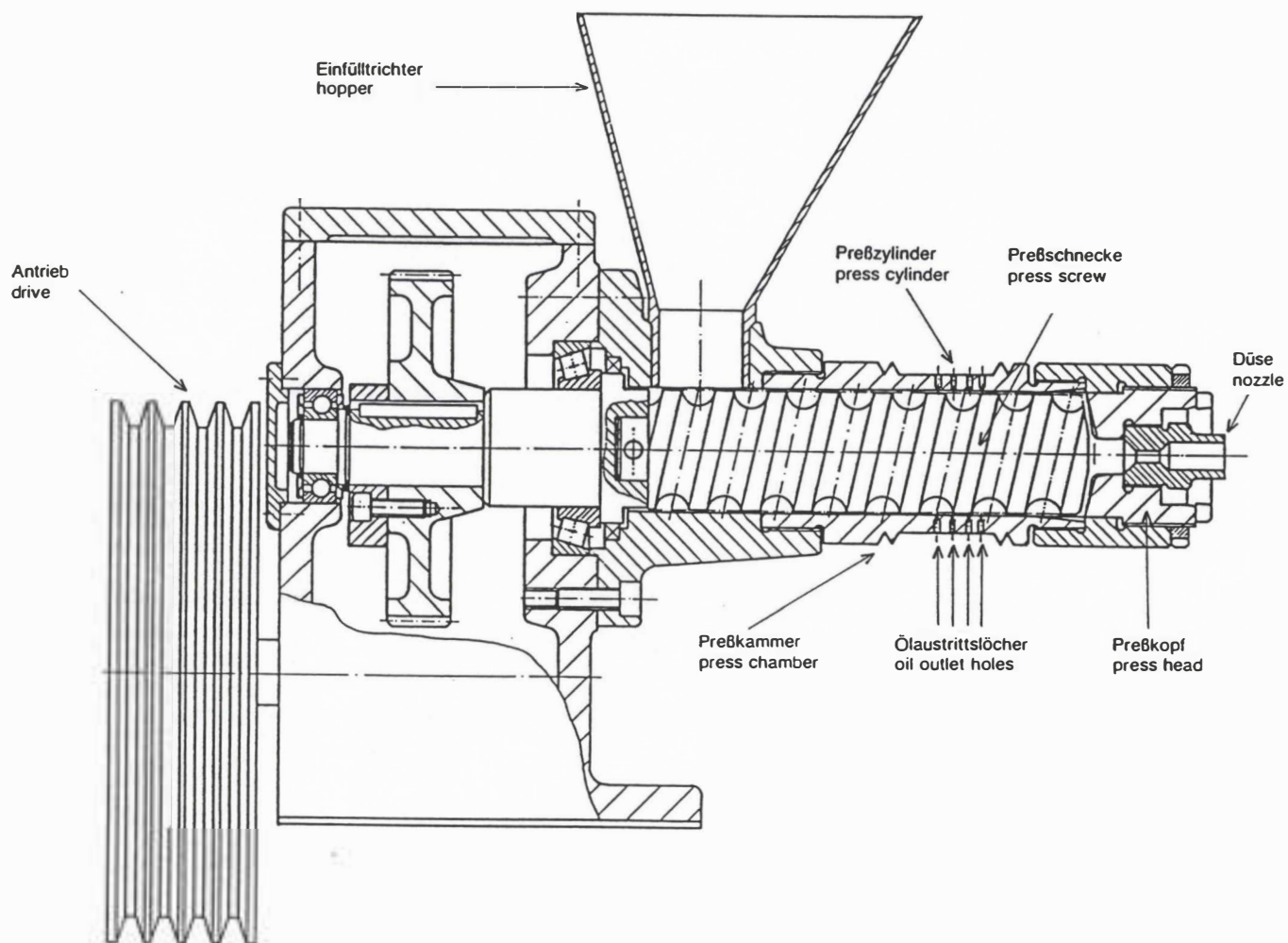
# “HANDER” MINIATURE FRESH COCONUT OIL EXPELLING PLANTS TYPE “SS”



## TYPE “200”



## Annexe IV



La presse KOMET CA 59 1H

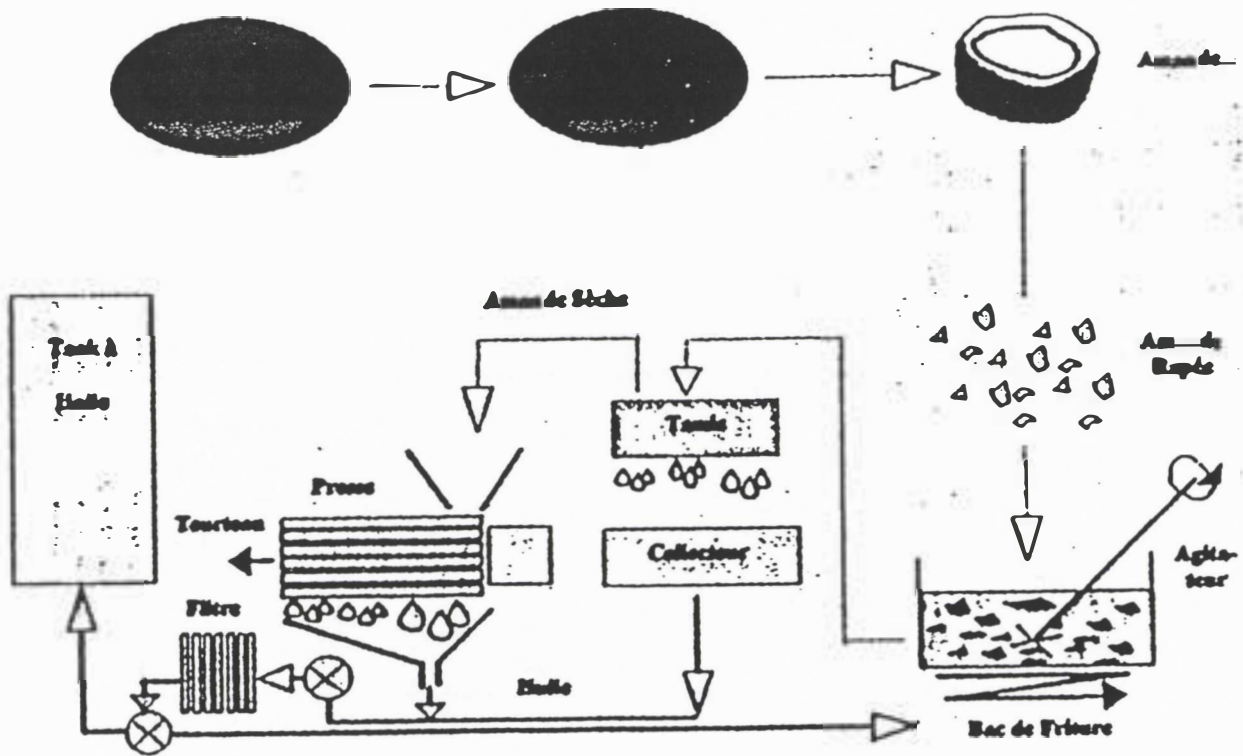
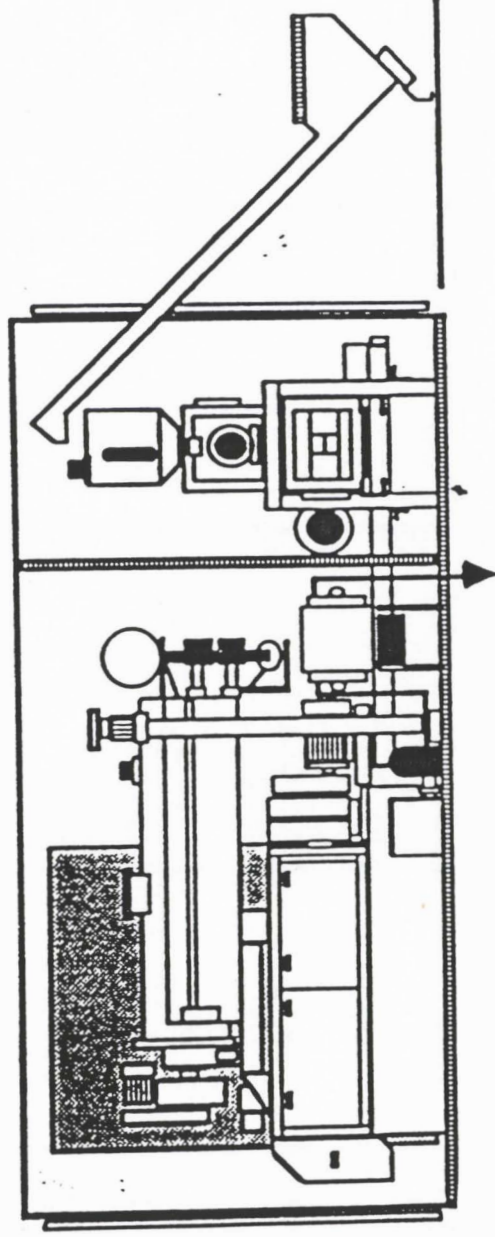


Schéma de l'extraction de l'huile de coco par séchage-friture (ROUZIÈRE, 1994)



- 1 - Vis inclinée
- 2 - Trémie
- 3 - Broyeur à couteaux
- 4 - Broyeur aplatisseur
- 5 - Vis horizontale
- 6 - Vis élévatrice
- 7 - Conditionneur thermique
- 8 - Distributeur
- 9 - Presse type MBU75-25
- 10 - Pompe de filtration
- 11 - Filtre presse

BRUYAGE

ENTREE COPRAH

CUISSON

TOURTEAUX

PRESSAGE

FLTRATION

SORTIE HUILE

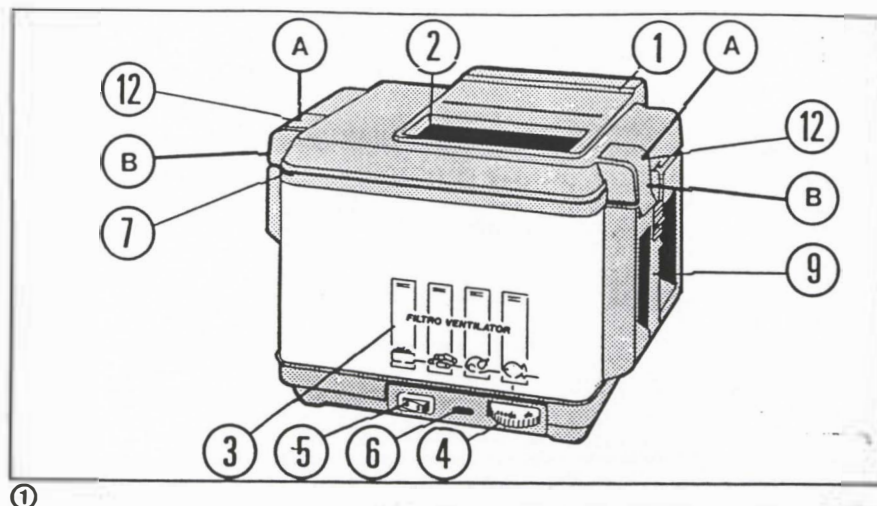
L'huilerie en container d'Ouvéa





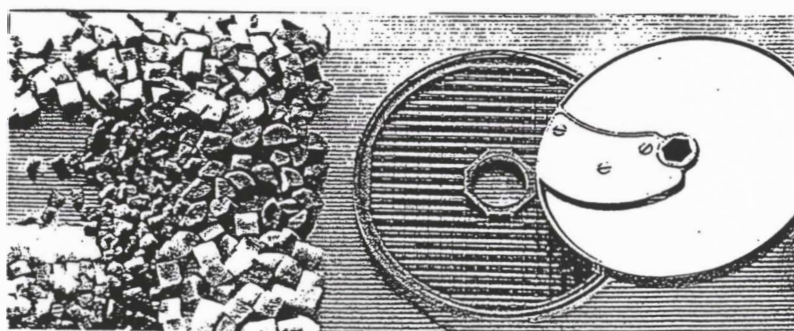
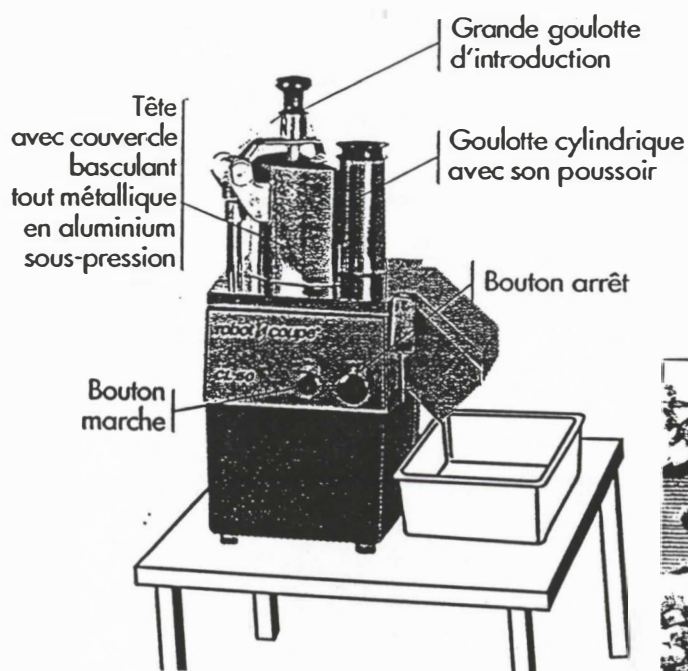
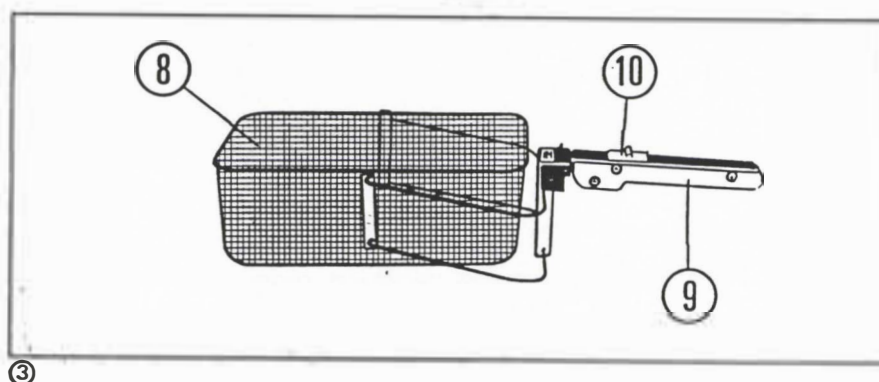
L'huilerie en Indonésie (BOUTIN, 1991).

## Annexe VIII



### Description du produit

- 1. Couvercle filtrant
- 2. Hublot
- 3. Tableau de cuisson
- 4. Molette de sélection des températures (thermostat)
- 5. Interrupteur (avec voyant lumineux) de mise en marche et d'arrêt de la filtration
- 6. Lampe témoin (température)
- 7. Bec verseur
- 8. Panier filtrant
- 9. Poignée multifonctionnelle du panier
- 10. Bouton de verrouillage du panier
- 11. Cordon escamotable
- 12. Leviers de verrouillage du couvercle



La friteuse nova-cool+oil'matic FR-425; le Robot-Coupe et accessoires.

## VANDEMOORTELE INDUSTRIE FRANCE

Succursale de VANDEMOORTELE N.V. IZEGEM (Belgique)

225 Avenue des Aigalades 13015 MARSEILLE

Téléphone: 91 09 41 80

Télécopie: 91 69 66 10

Télex 430419 Siren 326.119.724

Date: 01 Avril 94

<b>CERTIFICATE of ANALYSIS</b> <b>CERTIFICAT d'ANALYSE</b>
---

Lot n° 134004

## CLIENT

Produit

Loading/Date de chargement

Quantity/Quantité

Transport

CIRAD  
 Sapiat aff. se  
 01 Avril 94  
 AFAT  
 Umr Plant 9385 PR18.

Flavour&amp;Odor/Gout et odeur

Appearance/Apparence

bland/neutre

free of Impurities

exempt d'impuretés

Moisture&amp;Volatile matter

eau et Matière volatile

&lt; 0,05%

Acidité/FFA

Laurique

Peroxide Value/Indice de Peroxyde

Colour/Couleur (Lov....)

FAC/CAG

0,022  
 0,02  
 0,5R/57

&lt; C12

C12

C14

C16

C18

C18:1

C18:2

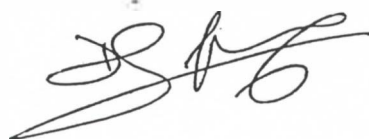
C18:3

15,9  
 47,5  
 17,2  
 8,9  
 2,3  
 6,8  
 1,5  
 -

Responsable

D. PÉFFREDO

Signature



Calcul du taux d'extraction (rapporté à la matière première):

Exemple:

$m_0 = 320,4 \text{ g}$   
 $MG_0 = 23 \%$   
 $m_f = 190,6 \text{ g}$   
 $m_p = 160 \text{ g}$   
 $MG_f = 67 \%$   
 $m_h = 94,6 \text{ g}$   
 $m_t = 25,2 \text{ g}$   
 $MG_t = 10 \%$

$$m_0 \times \frac{MG_0}{100} = 320,4 \text{ g} \times \frac{23\%}{100} = 73,7 \text{ g}$$

$$m_f \times \frac{MG_f}{100} = 190,6 \text{ g} \times \frac{67\%}{100} = 127,8 \text{ g}$$

$$127,8 \text{ g} - 73,7 \text{ g} = 54,1 \text{ g}$$

$$\frac{54,1 \text{ g}}{m_0} \times 100 = \frac{54,1 \text{ g}}{320,4 \text{ g}} \times 100 = 16,89 \%$$

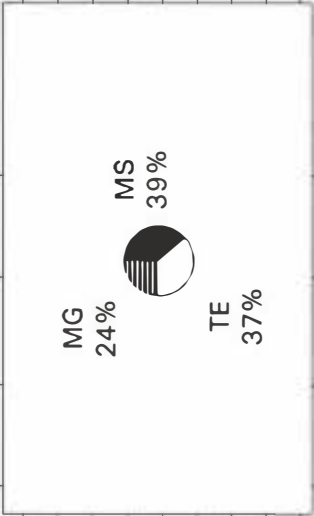
$$GMG_f = \frac{m_f \times \frac{MG_f}{100} - m_0 \times \frac{MG_0}{100}}{m_0} = \frac{127,8 \text{ g} - 73,7 \text{ g}}{320,4 \text{ g}} = \underline{\underline{16,89 \%}}$$

$$m_p \# m_h \Leftrightarrow m_f \# m_{hx}$$


$$m_{hx} = \frac{m_p \times m_h}{m_f} = \frac{191 \text{ g} \times 94,6 \text{ g}}{160 \text{ g}} = 112,7 \text{ g}$$

$$EX_f = \frac{\frac{m_p \times m_h}{m_f}}{m_0} \times 100 = \frac{\frac{191 \text{ g} \times 94,6 \text{ g}}{160 \text{ g}}}{320,4 \text{ g}} \times 100 = 35 \%$$

$$EX_0 = EX_f - GMG_f = 35\% - 16,9\% = \underline{\underline{18,1\%}}$$

[illegible]



	m frai[g]	T/temps	TE [%]	MG[%]	MS [%]	m frite[g]	m presse[g]	m huile[g]	m tour[g]	reste[g]	tourteau:	TE[%]	MG[%]	MS[%]
	mo					mf	mp	mh	mt	p				
	320.4	130°C/30mi	3.35	67.06	29.59	190.6	160.7	90.8	25.2	24.3	1	8.69	9.97	81.3
	303.2	130°C/30mi	4.35	65.23	30.42	192.4	161.5	100.8	40.8	10.8	2	7.39	10.39	82.2
	299.1	130°C/30mi	2.67	59.28	38.05	189	158.4	98	27.8	13.4	3	6.35	10.06	83.6
constitution de l'amande fraîche		MOYEN	3.46	63.9	32.69						MOYEN	7.5	10.1	82.4
TE		45.56%												
MG		22.98%												
MS		31.46%												
<div><div>MS 31%</div><div></div><div>TE 46%</div><div>MG 23%</div></div>	311.3	130°C/40min	3.04	66.4	30.56	185.1	147.8	91.78	35.2	11.1	4	4.82	7.73	87.5
	304.5	130°C/40min	3.29	66.1	30.61	189.3	158.5	96.6	37.1	14.2	5	4.79	10.11	85.1
	304.7	130°C/40min	3.19	65.47	31.34	158.6	128.1	76.3	31.6	11.5	6	4.59	8.97	86.4
		MOYEN	3.17	66	30.84						MOYEN	4.7	8.94	86.3
	301.2	140°C/25min	3.26	66.75	29.99	168.7	135.5	80.26	33.5	13	7	5.37	9.19	85.4
	304.7	140°C/25min	2.92	68.33	28.75	187	159.1	97.4	39.5	12.1	8	4.93	10.8	84.3
	159.1	140°C/25min	2.32	67.05	30.63	186.4	158	95.3	38.4	24.2	9	4.48	12.7	82.8
		MOYEN	2.83	67.4	29.78						MOYEN	4.9	10.9	84.2
	300.5	140°C/30min	1.99	68.51	29.5	191.2	161.7	97.92	34.8	16.1	10	3.07	6.77	90.2
	301	140°C/30min	2.46	67.79	29.75	170	139.4	78.4	20.3	32.8	11	2.55	6.77	90.7
	299.8	140°C/30min	2.5	68.4	29.1	170.6	143.8	88	32.8	14.9	12	3.15	8.69	88.2
		MOYEN	2.32	68.2	29.45						MOYEN	2.9	7.41	89.7

## Protocole de production d'huile de coco dans l'huilerie d'Ouvéa le 1 juillet 1994

### L'objet

Cette opération de production d'huile de coco est la première application du procédé de fabrication d'huile alimentaire de noix de coco par séchage-friture dans une huilerie de moyenne échelle. Cet essai permet de produire une quantité plus importante d'huile alimentaire. Ce qui va permettre de réaliser une étude alimentaire, sur Ouvéa, pour connaître l'avis du consommateur sur le goût de l'huile fabriquée par séchage-friture.

L'installation d'Ouvéa est une huilerie en container de la Mécanique Moderne, d'une capacité égale à 300 kg de matière par heure. Il s'agit d'un dispositif qui permet un traitement d'oléagineux en continu. Pour mieux mettre en évidence le déroulement de l'essai, les phases du traitement sont numérotées:

- 1) La préparation de l'amande fraîche de coco
- 2) Le broyage de l'amande fraîche
- 3) La cuisson
- 4) La pression
- 5) Le post-traitement de l'huile
- 6) La récupération de l'huile
- 7) La récupération du tourteau

### 1) La préparation de l'amande fraîche de coco

Cette production se déroule exactement comme celle de l'amande destinée à la production de coprah. Les noix de coco sont ramassées le matin de leur transformation. L'amande fraîche est enlevée sur place.

Le stade de maturité des noix est très variable. En effet, les noix ne sont pas cueillies sur le cocotier mais ramassées là, où elles sont tombées. La récolte se fait selon les besoins des propriétaires. On observe une germination, parmi les noix plus ou moins avancée. Ceci a une influence notamment sur la teneur en eau de l'amande.

Le décoquage est effectué le matin, devant l'huilerie. L'ouverture des noix entières (avec la bourre) est faite au moyen d'un sabre ayant une lame de métal d'une longueur de 30 cm et un manche de bois de 10 cm. Les hommes coupent la noix de coco en un seul coup. Ensuite, les moitiés sont entassées.

L'amande n'est pas exposée au soleil, mais enlevée tout de suite au moyen d'une lame de métal ou à l'aide du sabre. L'amande fraîche est accumulée sur des sacs à coprah. Ceci pour des raisons d'hygiène, mais à cause de la proximité avec la terre, le danger de contamination avec des micro-organismes est toujours présent. Les embryons et les enveloppes sont stockés à part.

6 personnes ont travaillé 5 heures pour produire 250 kg d'amande fraîche (1750 noix)(récolte plus décochage).

La teneur en eau de l'amande de départ varie en fonction de la maturité de la noix et en fonction de l'évaporation d'eau non contrôlable après ouverture de la noix. Cette dernière dépend des conditions climatiques: vent, température, ensoleillement, humidité relative.

La teneur en eau moyenne d'un échantillon est égale à 45 %.

Une détermination préalable de la teneur en eau aurait dû être effectuée avec un hygroteteur pour céréales (WILE 35, fabriqué par HUMIC OY, Helsinki). Mais l'étalonnage de l'hygroteteur n'a pas été possible à cause de la structure du coco frais broyé.

## 2) Le broyage

Le broyage a été effectué au moyen des broyeurs de l'huilerie (broyeur à couteaux et broyeur aplatisseur).

Les broyeurs écrasent la matière en particules de diamètres variant entre 1 et 6 mm (photo-annexe n°). On obtient une masse pâteuse et collante provoquée par la libération de certaines substances liquides (parmi elles, de l'eau, des lipides et des substances tensioactives) pendant l'écrasement.

## 3) La cuisson (la friture)

Le conditionneur de l'huilerie ne peut pas être utilisé pour la mise en œuvre du procédé de séchage-friture. L'étape de conditionnement doit être omise. La matière est enlevée par une ouverture du transporteur entre le broyeur et le conditionneur. Ensuite, elle est pesée et versée dans les paniers des friteuses.

Les cuves sont installées sur des foyers et le chauffage est obtenu par combustion des coques et bourres de noix de coco.

Le transport de l'amande séchée depuis les friteuses jusqu'à la presse est fait dans des bidons.

Les unités de friture, composées d'un foyer et d'une friteuse, sont très simples. Ceci explique l'absence de contrôle des différents paramètres (surtout du chauffage). 6 friteuses sont mises en place (photo-annexe n°), dont une qui n'a pas été utilisée en raison d'une surchauffe d'huile tout au début de la manipulation.

### Le Dispositif

Chaque friteuse est fabriquée en coupant un fût et en gardant son caractère cylindrique. Les caractéristiques de la cuve obtenue sont les suivantes:

- diamètre de 56 cm
- hauteur de 40 cm

Même si la forme sphérique permet d'obtenir une meilleure répartition de la chaleur dans les cuves, la forme cylindrique a été préférée. Ceci pour des raisons pratiques: la découpe horizontale des fûts se fait plus facilement; la position sur les parpaings est plus stable si le fond de la cuve est plat, la construction de panier pour une cuve cylindrique est plus facile à exécuter.

Les paniers se composent d'une armature cylindrique réalisée en fer supportant un moustiquaire métallique. 2 cercles d'un diamètre de 50 cm sont formés par soudage de barreaux à béton (5 mm), qui tiennent 4 barreaux à béton (7 mm) soudés en forme d'un croix au fond, dont 2 barreaux dépassent pour constituer des poignées. La moustiquaire métallique est finalement fixée autour. La taille des mailles est de 2 mm, ce qui évite le passage de l'amande broyée (photo-annexe n°).

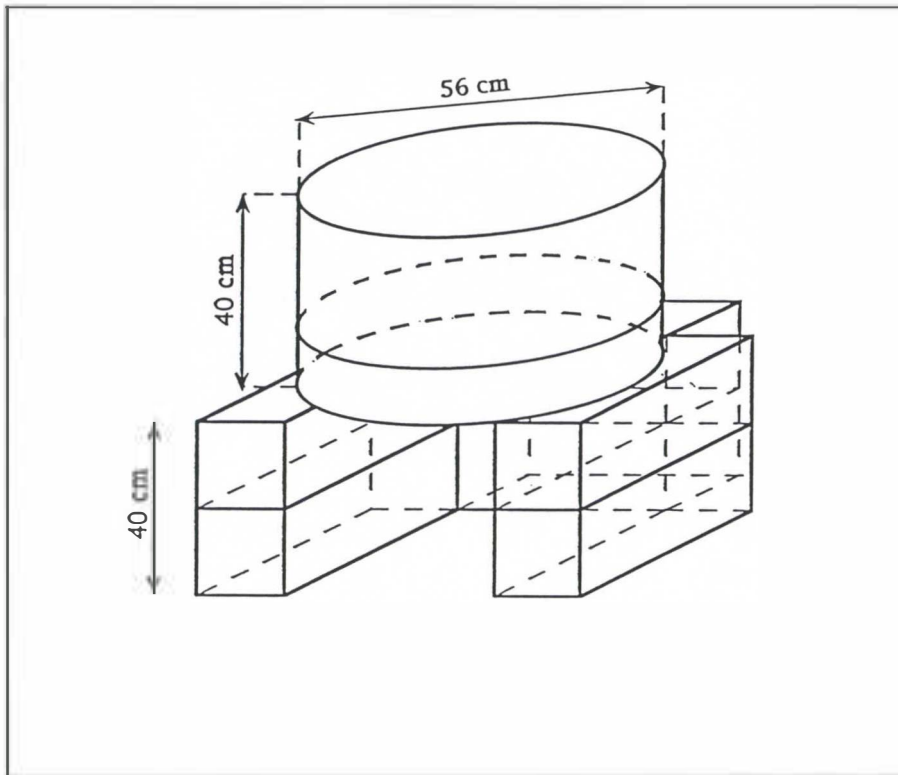


Fig. : Schéma d'une unité de friture (friteuse (demi-fût) et foyer de parpaing).

Le chauffage est assuré par combustion d'enveloppes de noix de coco (pas séchées auparavant), des feuilles sèches et de bois qu'on trouve autour de l'huilerie. Un contrôle de la température du feu nu n'est pas possible. Pour obtenir une température de chauffage constante, on essaye d'alimenter le feu de manière uniforme.

Le foyer est constitué de six parpaings (40 x 20 x 20 cm), posés sur la terre nue. Les parpaings forment les parois latérales et la paroi du fond. Deux couches de parpaings sont superposées. La face du foyer est ouverte afin de pouvoir alimenter le feu. Les mesures de l'intérieur du foyer sont de 40 x 40 cm. Ceci permet le dépôt d'un demi-fût d'un diamètre de 56 cm. La hauteur de fût par rapport au sol est de 40 cm, la hauteur par rapport aux flammes varie en fonction de la forme et de la quantité des combustibles entre 0 et 20 cm.

#### Observations lors de la friture

200 kg d'amande fraîche ont été frites par lots de 6 kg.

6 kg d'amande fraîche broyée sont plongés dans un bain de friture de 24 kg (soit 27 l) avec de l'huile de coprah raffinée (l'huile de coprah de l'huilerie d'Ouvéa raffinée dans l'ancienne huilerie de Nouméa).

Le rapport coco/huile est de  $1/4 = 0,25$ . (Il faut savoir, que la balance disponible à l'huilerie d'Ouvéa a montré des incertitudes).

Lors de l'immersion de l'amande fraîche dans le bain de friture, on constate un développement de mousse. Elle monte jusqu'à une hauteur de 40 cm (hauteur du bord de la friteuse). Ceci s'explique par la libération de certaines substances tensioactives lors du broyage.

La chute de température causée par l'entrée du panier avec 6 kg d'amande fraîche dans 27 l d'huile est très importante, c'est-à-dire que la température passe de 130°C à 95°C. Le temps pour atteindre la température précédente est de l'ordre de 50 min et la teneur en eau finale souhaitée n'est obtenue qu'après 60 min.

En partant d'une température de 150°C la chute de température convient aux besoins de friture d'amande de coco: elle s'abaisse jusqu'à 105°C et le temps de friture est de 30 min. En effet, 7 fritures par friteuses ont été effectuées, dont la première à 130°C pendant 60 min et les suivantes à 150°C pendant 30 min. L'égouttage nécessite environ 10 min par panier.

L'évolution de la température au cours d'une friture est présenté selon le schéma, annexe n°.

La durée de friture est déterminé d'après la couleur de l'amande, qui en donne une idée assez précise de la teneur en eau. Elle est le paramètre le plus important dans la méthode utilisée traditionnellement.

La masse de l'amande fraîche diminue d'un tiers pendant la friture. On obtient 4 kg d'amande frite à partir de 6 kg d'amande fraîche. La diminution de la masse est due à l'évaporation de l'eau, compensée partiellement par la pénétration d'huile de coprah raffinée.

L'huile de la friteuse n'a pas été complétée ou changée pendant toute la manipulation.

La collecte d'amande frite a lieu dans des sacs à tourteau, où le refroidissement est observé moins rapidement.

#### 4) La pression

L'amande frite est introduite dans la presse par une trémie, à la sortie du chauffoir, par la trappe de visite. Elle est convoyée vers la cage par une vis sans fin, dont la vitesse est réglable.

Il a fallu passer du tourteau de coprah avant de traiter l'amande frite pour chauffer et conditionner la presse.

130 kg d'amande frite sont à traiter dans la presse, dont la capacité est de 300 kg par heure. La durée d'un seul pressage sera donc de 25 min seulement. Afin de garder une température proche à 40°C, le pressage s'est déroulée selon deux opérations successives:

Le premier pressage se fait avec 50 kg d'amande frite (soit l'équivalent de 75 kg d'amande fraîche).

Le deuxième avec 80 kg d'amande frite (soit l'équivalent de 120 kg d'amande fraîche).

La compression est égale à celle utilisée dans le cas de coprah (26 A; exprimée en ampérage). Elle varie en fonction de l'alimentation.

#### 5) Le post-traitement de l'huile

Aucun raffinage n'a été prévu pour traiter l'huile obtenue.

Un passage à travers le filtre aurait été possible. Seulement, qu'il aurait fallu passer une quantité importante à la presse pour rincer le filtre, qui est normalement utilisé pour l'huile de coprah: 200 kg d'amande frite chaude, soit l'équivalent de 400 kg d'amande fraîche.

La décantation qui a remplacée la filtration n'a pas été efficace. Les particules fibreuses ne sont pas assez lourdes ou denses pour décanter et elles flottent dans l'huile. L'huile produite est donc d'une couleur marron.

#### 6) Récupération de l'huile

On a été obligé de monter un bac de 80 cm x 40 cm x 10 cm directement sous la cage et la vis pour recueillir l'huile.

Des bouteille en verre vertes de 0,6 l de contenance sont remplies d'huile.



## 7) Récupération du tourteau

Deux sacs de tourteau sont récupérés.

### Réactions

- des habitants de l'île:

Etant donné que l'huilerie se trouve hors des habitations, les habitants n'ont pas participé directement.

- des coopérateurs vis-à-vis des essais:

Les coopérateurs ont montré de l'intérêt en écoutant attentivement les explications sur le procédé. Ils ont apprécié le coco frit.

En générale, l'attitude de la population a propos de l'installation d'une unité de production de l'huile semble favorable.

### Résultats et discussion

L'essai montre que le procédé est applicable à moyenne échelle et surtout dans des conditions simples. Il reste des améliorations à apporter.

L'extraction d'huile de 200 kg d'amande fraîche à permis d'obtenir 60 l d'huile (54 kg)(pas filtrée). Si on estime une masse en particules solides de 4 kg, le taux d'extraction est de 25 %.

36 l d'huile ont été mis en bouteille (60 bouteilles à 0,6 l de contenance) destinées à la distribution à la population d'Ouvéa pour faire une étude alimentaire sur l'acceptation du goût d'huile.

Le taux d'extraction de 25 % (on obtient 25 kg d'huile par 100 kg d'amande fraîche) est faible. Ceci s'explique par des pertes considérables, qui ont été observées au niveau de la récupération de l'huile.

On constate un temps de l'opération de friture trop longue. L'absence d'une isolation de la cuve et la puissance de chauffe des foyers insuffisante entraînent des déperditions d'énergie considérables:

Une couche supplémentaire d'un fût pourrait entourer la friteuse. Ou, toute l'unité de friture pourrait se trouver sous terre.

Les combustibles de l'essai ont été trop humides. Ceci est du à une récolte récente et au contact entre l'eau de coco et son enveloppe lors du décoquage. Il aurait fallu pouvoir utiliser des bourres et des coques ayant séchées au cours d'un stockage de quelque semaines.

Le post-traitement de l'huile n'a pas été efficace. Les particules ne sont pas dispersées si finement, ce qui leur permet de décanter, et on obtient une huile d'une couleur jaune-brunâtre. L'huile pressée avec la presse de laboratoire ne présentait pas cette caractéristique.

Tab.: La teneur en eau et en matière grasse des produits (obtenus pendant la fabrication d'huile de coco)(les analyses ont été faites dans le laboratoire d'analyses des aliments du bétail à Port Laguerre, Nouvelle-Calédonie, le 7 juillet 1994.)

produit	humidité [%]	matière grasse [%]
amande fraîche	46,64 %	34,49 %
amande frite	0,98 %	57,13 %
	0,83 %	54,89 %
tourteau	6,21 %	24,8

La composition de l'huile de coco est la suivante :

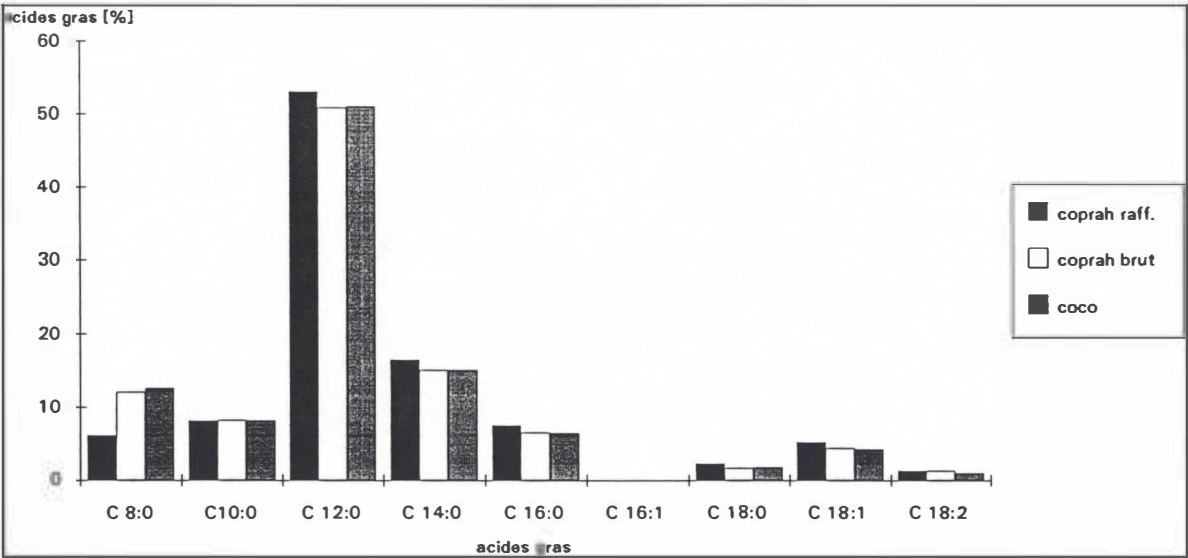


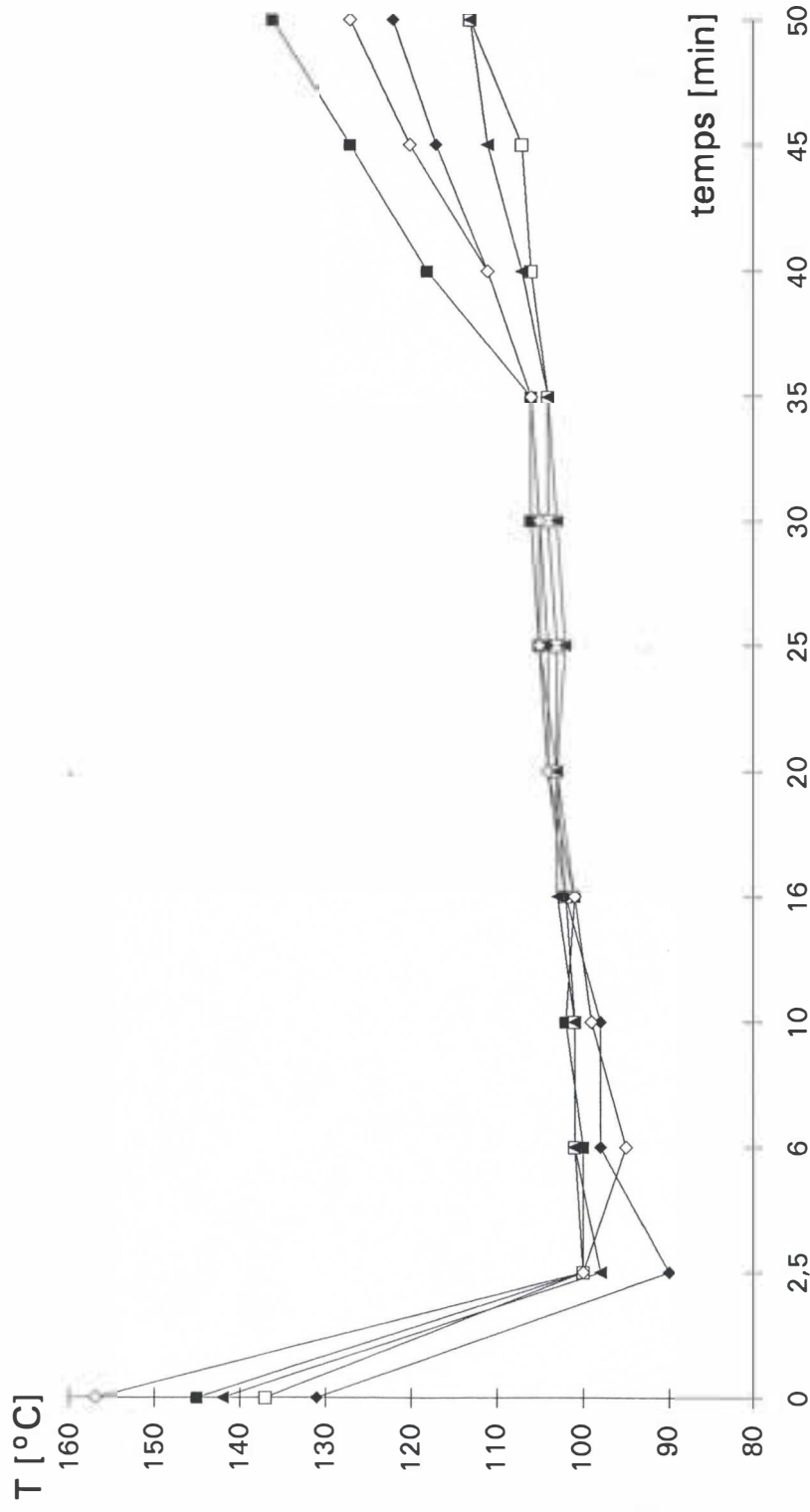
Fig.: La composition en acides gras de l'huile de coprah raffinée, de l'huile de coprah brute et de l'huile de coco fabriquée par séchage-friture à Ouvéa (analyse au laboratoire du CIRAD-CP, Montpellier).

L'huile de coprah brute d'Ouvéa et l'huile de coco fabriquée par séchage friture contiennent pratiquement les mêmes pourcentages d'acides gras. On constate seulement une faible différence des teneurs en acide oléique (C 18:1) et des teneurs en acide linoléique (C 18:2). Les doubles liaisons

Le taux d'humidité de l'huile est inférieur à 0,1 % et l'acidité est de % (exprimée en acide laurique).

La faible teneur en eau s'explique par une perte supplémentaire au cours du transport et du temps. D'après la couleur, j'estime une teneur en eau de la matière frite de 5 %. La teneur en matière grasse de l'amande frite est de

## Le Développement de la Température en Fonction du Temps



Les mesures ont été faites dans des friteuses d'une capacité de 27 l d'huile et de 6 kg d'amande fraîche de coco chauffés au feu nu. Les différentes courbes représentent des différents bain de friture.

# Enquête alimentaire sur l'acceptation d'huile de coco fabriquée par séchage-friture

## L'objet

Cette enquête a été réalisée à la suite de la distribution de l'huile de coco produite par séchage par friture. L'objet de la distribution est la sensibilisation de la population à la consommation d'une huile produite localement et l'objet de l'enquête est de connaître son acceptation au niveau organoleptique.

Le domaine organoleptique doit être examiné parce qu'il est très lié à l'utilisation du procédé de la friture. En effet, les substances qui se développent au cours de la friture ne sont pas éliminées par la suite par raffinage.

Des aspects socio-économiques sont également abordés.

Ce travail ne peut être considéré que comme pré-étude sur un échantillon restreint de la population d'Ouvéa, non représentatif du marché potentiel.

## Le ménage à Ouvéa:

L'expression "ménage" comprend, au sens large, le groupe de personnes qui vivent et mangent ensemble.

La majeure partie de la population mélanésienne d'Ouvéa (98,3 % des habitants d'Ouvéa; Recensement de la population de NC 1989, ITSEE), occupe des habitations, qui consistent entre autres, en une case rectangulaire en paille et feuilles de cocotier destinée à cuisiner et à manger. La cuisine est faite sur un espace aménagé pour y faire un feu nu. Le repas est pris généralement en famille, c'est-à-dire qu'il est préparé pour 8 à 15 personnes.

Il existe quelques rares ménages plus petits chez les autres ethnies ou chez des mélanésiens dont certains membres de la famille travaillent ailleurs, notamment à Nouméa, ou qui eux même ont laissé leur famille pour travailler à Ouvéa.

Dans les cuisines des maisons en dur, construites en parpaings et tôles ondulées, on trouve des fourneaux électriques.

La situation qui résulte de l'enquête réalisée ne correspond pas aux chiffres obtenus par le recensement d'ITSEE en 1989: seulement 25,2 % de ménages (659 au total à Ouvéa) comportant 8 ou plus de 8 personnes. Cette divergence pourrait être due à une compréhension différente du terme "ménage".

## Protocole

La distribution de 48 bouteilles de 0,6 l a été faite dans des ménages de St. Joseph dans le Nord, de Fayaoué au centre et de Mouli dans le Sud d'Ouvéa.

Les bouteilles ont été accompagnées d'une fiche, qui permettait de noter chaque repas préparé avec l'huile distribuée et d'exprimer son commentaire personnel par rapport au goût.

Après un délai de deux semaines une enquête orale a eu lieu. Les entretiens faits dans l'habitat des personnes interrogées ont été introduits par une présentation du procédé plus ou moins technique en mettant en évidence les avantages et les inconvénients par rapport à l'huile de coprah.

## Les sujets d'entretiens

### a) La préparation et la composition des plats

Ce point est intéressant pour connaître l'utilisation du produit fabriqué.

En plus, il constitue un indice de la consommation en huile alimentaire du ménage.

### b) Le goût des plats

L'huile de coco produite par séchage-friture permet la conservation du goût du coco, ce qui est ressenti dans les plats préparés avec. La population des pays producteurs de coco est traditionnellement habituée à ce goût, mais on peut supposer qu'il apparaît plus prononcé aujourd'hui en raison d'utilisation des autres sortes d'huile de table, dont le goût est plus ou moins neutre grâce au raffinage d'huile.

### c) L'odeur de l'huile

Le traitement thermique d'une huile (bain de friture et la matière grasse de l'amande de coco pendant la fabrication d'huile) provoque la constitution des composés chimiques volatils, qui peuvent entraîner un défaut d'arôme, si leur concentration dépasse le seuil de perception.

Rappelons que cette huile ne subit pas de désodorisation.

### d) La couleur de l'huile

L'huile de coco contient des pigments et des substances colorantes (chlorophylle, caroténoïde, produits de décomposition), qui sont responsables de sa couleur jaune à brunâtre.

La décoloration n'est pas effectuée, toujours pour éviter des traitements chimiques.

### e) La consistance de l'huile

Le point de fusion de l'huile de coco est de 23 à 26 °C, ce qui provoque une solidification pendant la saison fraîche en Nouvelle-Calédonie.

Ce fait complice l'utilisation de l'huile dans la cuisine.

### f) La consommation en huile alimentaire en général (nature d'huile, quantité, critères de préférence) par un ménage

Les particuliers ont été interrogés sur leur consommation en huile (nature et quantité de l'huile).

Au cours d'enquête des commerçants ont été interrogés sur leur opinion vis-à-vis ce dernier point d'intérêt (f)).

## Résultats

### A A propos des fiches:

Il est à constater que la majorité des fiches n'a pas été remplie (98 %).



## B A propos des entretiens:

Le taux de participations est faible (30 %, soit 14 personnes sur 48 (n = 48)) par rapport à la quantité d'huile qui a été distribuée, parce qu'une rencontre avec plusieurs gens n'a pas été possible.

Les personnes interrogées peuvent être différenciées en deux groupes:

### 1 L'huile a été dégustée et donc des opinions sont exprimées .

#### a) la préparation des plats:

Un moyen de cuisine très répandu et pratiqué à Ouvéa est la cuisson des légumes, du poisson, de la viande et des gâteaux comme les beignets par friture.

Les observations de certains cuisiniers sur le comportement d'huile pendant la friture correspond aux observations scientifiques. L'huile de coco est plus "sèche" que d'autres et donc préférable.

Elle est également utilisée pour préparer la salade de riz (la consommation de la salade verte, n'est pas très répandue).

Pour des autres plats on trouve le lait de coco comme composant.

#### b) Le goût des plats

La majorité des personnes interrogées ne sent pas le goût de coco et considère que l'huile distribuée a un bon goût.

Une femme a constaté que l'huile goûtée ne présentait pas le goût de coco - contrairement à l'huile brute de l'huilerie.

Contrairement, il existe l'opinion, qu'on sent le goût de coco. Ceci est plus ou moins apprécié.

L'huile de coco est préférentiellement utilisée pour faire de la friture. Une remarque a été faite: "on ne sent plus le goût de coco, quand l'huile est chauffée pour la friture".

#### c) L'odeur de l'huile

L'opinion que l'huile n'a pas d'odeur est prédominante (71 %, soit 10 personnes).

#### d) La couleur de l'huile

La couleur qui n'a pas été blanche, mais brunâtre a été acceptée, c'est-à-dire que les personnes interrogées ne l'ont pas critiquée.

#### e) La consistance de l'huile

Le fait que l'huile de coco se solidifie pendant la saison fraîche (température inférieure à 23 °C), ne constitue pas un problème pour tous ceux qui cuisinent au foyer à feu nu (toutes les personnes interrogées). La bouteille est posée à côté du feu pour que l'huile puisse se liquéfier. Une autre solution est la mise au soleil.

Cependant, pour les ménages dits modernes (fourneau électrique), ce caractère pose un problème.

Il a été constaté, d'une manière négative, la formation d'une couche blanche "comme du givre" sur les aliments préparés avec l'huile de coco une fois refroidis, notamment au frigo.

f) La consommation en huile alimentaire en général

Les huiles consommées sont les suivantes (les chiffres entre parenthèses représentent des prix de magasin à Ouvéa en F CFP (franc de la communauté française du Pacifique) et en FF (100 F CFP = 5,5 FF)):

Tab. I: Les huiles végétales disponibles et leur prix par litre à Ouvéa (exemple d'un grand magasin: Les prix et la disponibilité peuvent varier, mais cet exemple reflète la situation générale).

nature de l'huile	prix
➤ huile de soja	210 F CFP = 11,55 FF
➤ huile de tournesol	240 F CFP = 13,20 FF
➤ huile de maïs	290 F CFP = 15,95 FF
➤ huile d'arachide	330 F CFP = 18,15 FF
➤ huile d'olive	800 F CFP = 44,00 FF
➤ huile de coprah raffinée	150 F CFP = 8,25 FF
➤ huile de coprah brute (vente pas recommandée à l'huilerie)	145 F CFP = 7,97 FF

La vente de l'huile de coprah raffinée (l'huile brute d'Ouvéa est raffinée à la S.C.T.O. de Nouméa) n'a plus été possible dès 1993 en raison de l'arrêt de production de la S.C.T.O.. Elle n'a recommencé à produire des petites quantités qu'au début 1994. En raison de la faible disponibilité de l'huile de coprah, on en trouve seulement dans un magasin à Ouvéa.

On constate une répartition homogène de la consommation de l'huile de soja, de tournesol ou de maïs. L'huile d'arachide a été achetée moins souvent et l'huile d'olive est considérée comme l'huile de luxe. Elle n'est pratiquement pas utilisée.

Certaines personnes ne connaissent pas la nature de l'huile qu'elles consomment. "On utilise l'huile de table"; "C'est l'huile du magasin".

La préférence d'une huile à une autre est liée au prix, ou à des qualités organoleptiques.

La consommation en huile d'un ménage (8 à 15 personnes) est de 1 à 3 litres d'huile par semaine. Ces chiffres représentent les estimations des gens interrogés, non préparés à cette question. Des hésitations ont été constatées lors de la réponse.

Dans 36 % des cas, c'est le prix qui est la raison principale du choix de l'huile. parmi d'autres raisons, l'habitude a été mentionnée. La majorité n'a pas su répondre.

2 L'huile de coco n'a pas été testée.

Quelques personnes interrogées n'ont pas goûté l'huile pour des multiples raisons:

- a) l'huile de table n'a pas été finie
- b) l'huile de coco n'est pas aimée
- c) l'huile de coco a trouvé d'autres usages:

une grande partie des personnes interrogées a appliqué l'huile en cosmétique, comme base de parfum ou pour le soin des cheveux.

## Discussion

Les résultats exprimés reflètent une impression favorable au goût, à la sensation d'odeur et de la couleur et à la consistance de l'huile.

Il doit être pris en considération que ces résultats sont obtenus par une enquête faite par une personne étrangère à Ouvéa. La politesse des autochtones n'aurait pas permis de répondre d'une autre manière. Leur attitude favorable à l'huile peut être traduite comme attitude favorable au projet d'huile alimentaire d'Ouvéa.

Un facteur favorable à la diffusion de l'huile de coco à Ouvéa sera son faible prix. L'acceptation de l'huile fabriquée localement doit être soutenue par une campagne publicitaire afin d'affaiblir sa réputation "d'huile des pauvres". Le relance de la vente d'huile de coco est rendue difficile par l'arrêt de la vente d'huile de coprah raffinée depuis le début 1993.

Une première enquête orale exécutée par des autochtones devrait porter surtout sur le prestige de l'huile de coco.

pers/ménage		10	8	14	15	11	10	11	13	11	13	14	8	13	11	%
fiche remplie	oui	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	x	21
	non	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x	x	x	x	-	79
gout (des repas)	bon	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	79
	pas bon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	dépend	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	21
sensation d'odeur	oui	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-	29
	non	x	x	x	-	x	x	-	x	x	-	-	x	x	x	71
couleur	foncée	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	7
	normale	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	93
solidification pose des	problèmes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	pas de problèmes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100
consommation en huile (l/personnes/semaine)		1 l/10	3 l/8	4 l/14	7 l/15	1 l/11	1 l/10	2 l/11	2 l/13	2 l/11	3 l/13	5 l/14	3 l/8	1 l/13	1 l/11	
	de table		x	x		x			x		x				x	43
	soja	x								x		x		x		29
	tournesol				x			x								14
	maïs															0
	arachide						x						x			14
application en cosmétique	oui		x			x	x					x		x	x	43
	non			x	x				x							21
raison pour achat d'une huile	prix		x			x	x					x			x	36
	habitude	x						x					x			7
soutenir la production locale																

Tab. II: Données de l'enquête alimentaire, obtenues par interrogation orale

## Annexe XIV



L'amande fraîche de coco après décocage à Ouvéa (juillet 1994).





Paniers de friture avec un lot de six kg d'amande fraîche.



Friteuses sur foyer chauffées au moyen des coques et des bourres.





Friture de l'amande fraîche broyée, 5 minutes après immersion.



L'unité de friture à Ouvéa.

## Annexe XVIII



Présentation du procédé avec le matériel du laboratoire à Ouvéa.